EDISI REVISI 2018

Buku Guru
ILMU PENGETAHUAN ALAM

SMP/MTs
KELAS
IX

Hak Cipta © 2018 pada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Dilindungi Undang-Undang

Disklaimer: *Buku ini merupakan buku guru yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku guru ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis dan laman http://buku.kemdikbud.go.id atau melalui email buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.*

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
Ilmu Pengetahuan Alam : buku guru / Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- .
Edisi Revisi Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018.
viii, 384 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas IX
ISBN 978-602-282-321-6 (jilid lengkap)
ISBN 978-602-282-324-7 (jilid 3)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

507

Penulis : Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati, I Wayan Dasna, Ardian A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari, Hamim T. Mahfudhillah, Alifa Robitah, Zenia L. Kurniawati, Fatia Rosyida, dan Mar'atus Sholihah.

Penelaah : Ana Ratna Wulan, Herawati Susilo, I Made Padri, Dadan Rosana, Enny Ratnaningsih, Maria Paristiowati, I Nyoman Marsih, dan Ahmad Mudzakir.

Pe-*review* : Ida Rokhayatai

Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud.

Cetakan Ke-1, 2015 (ISBN 978-602-282-082-6)
Cetakan Ke-2, 2018 (Edisi Revisi)
Disusun dengan huruf Georgia, 12 pt.

Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi peserta didik dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, sebagian besar mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi peserta didik SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi peserta didik SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas IX SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student Assessment*). Melalui penilaian internasional seperti ini, kita dapat mengetahui kualitas pembelajaran IPA di Indonesia dibandingkan dengan negara -negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh. Untuk setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan hingga menjadikan peserta didik terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak. Selain itu, peserta didik diarahkan agar mampu bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam Kurikulum 2013, peserta didik didorong untuk berani mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap peserta didik dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkaya kegiatan dengan mengkreasi bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

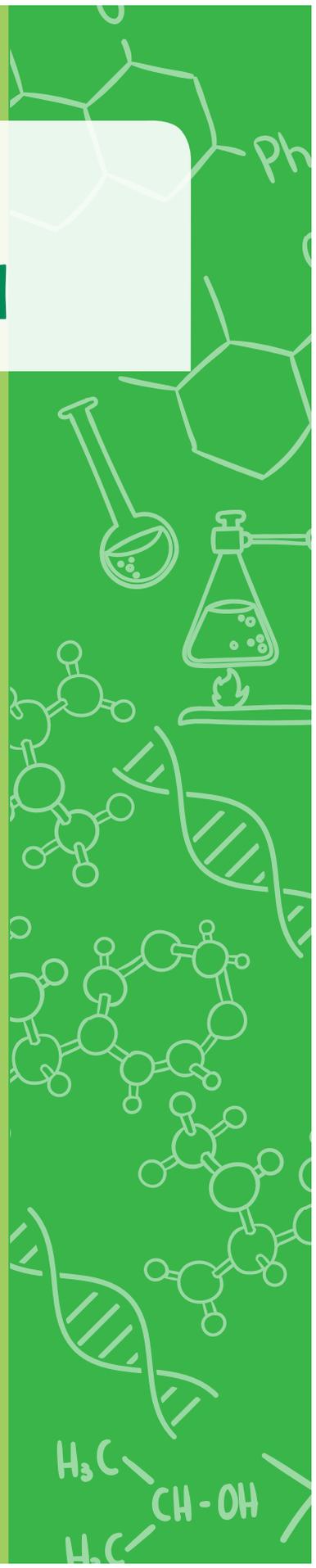
Buku ini sangat terbuka atas pelbagai masukan dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan buku ini. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan pengetahuan terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Tim Penulis

Daftar Isi

BAGIAN I: PETUNJUK UMUM

Petunjuk Umum ini berisikan:

Bab 1 IPA Terpadu dan Pembelajarannya
Bab 2 Pembelajaran Berbasis Aktivitas dalam Pembelajaran IPA
Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA
Bab 4 Pemetaan Kompetensi Dasar dan Materi

Motivasi untuk Guru

Jari jemari Tuhan selalu adil untuk umat-Nya. Beragam profesi dihadirkan-Nya di muka bumi ini untuk menjaga keseimbangan sosial agar berlangsung secara harmonis. Salah satu pilihan profesi yang turut menghiasi indahnya dunia ini adalah guru. Profesi guru menjadi profesi pilihan yang harus dijalani dengan segenap kesadaran serta dengan segala risiko dan tanggung jawab. Menjatuhkan pilihan sebagai guru didasari pada pemikiran bahwa sebaik-baiknya pekerjaan adalah yang bermanfaat dunia dan akhirat. Lewat perenungan dan kontemplasi yang mendalam, profesi guru menjadi pilihan tak terbantahkan.

Semangat yang tak pernah kendur dan alasan yang selalu terjaga memilih berprofesi sebagai guru memperkuat langkah-langkah hari demi hari. Mengajar dan mendidik menimbulkan ketenangan batin yang tak berujung. Kata-kata kebaikan yang dikeluarkan dan ilmu bermanfaat menjadikan bekal tabungan surga bagi seorang guru.

Menjalani hari dengan senyuman seorang guru adalah energi. Energi yang akan membawa hari-hari terasa berisi. Energi yang akan menentukan langkah besar perubahan bangsa. Energi pengubah generasi-generasi tangguh masa depan dengan beragam profesi mulia nantinya. Energi pendulang cita-cita untuk membentuk generasi pengisi peradaban baru negeri ini. Energi pembangun anak-anak berkarakter. Energi pencipta mutiara-mutiara pemikir cerdas, kritis, dan santun.

BAB 1 IPA TERPADU DAN PEMBELAJARANNYA

A. IPA Terpadu

Secara integral, ilmu pengetahuan merupakan cara untuk mempelajari alam semesta beserta komponen yang ada di dalamnya. Ilmu pengetahuan tersebut terpilah menjadi Ilmu Pengetahuan Alam dan Ilmu Pengetahuan Sosial. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cabang pengetahuan yang mempelajari alam semesta yang berawal dari fenomena alam.

IPA didefinisikan dengan pelbagai versi. Pada Permendikbud RI No 58 Tahun 2014 dinyatakan bahwa IPA dipandang sebagai cara berpikir untuk memahami alam, melakukan penyelidikan, dan kumpulan pengetahuan. Collete dan Chiappetta (1994) menyatakan bahwa IPA pada hakikatnya merupakan kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*), cara atau jalan berpikir (*method of thinking*), dan cara untuk penyelidikan (*method of investigating*). IPA juga didefinisikan sebagai hasil pemikiran dan penyelidikan ilmuwan yang dilakukan dengan keterampilan bereksperimen dengan menggunakan metode ilmiah (Poedjiadi, 2005). IPA didefinisikan sebagai pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen (Carin dan Sund, 1993 dalam Depdiknas, 2006:4). Definisi ini memberi pengertian bahwa IPA merupakan cabang pengetahuan yang dibangun berdasarkan pengamatan dan klasifikasi data. Selain itu, IPA biasanya disusun dan diverifikasi dalam hukum-hukum bersifat kuantitatif, yang melibatkan aplikasi penalaran matematis dan analisis data terhadap gejala-gejala alam.

Dimensi Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan upaya memahami pelbagai fenomena alam secara sistematis, mencakup sikap ilmiah IPA, proses ilmiah IPA, produk IPA, dan aplikasi IPA. Sikap IPA mencakup rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, dan hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar (Sund & Trowbridge, 1973:2; Trowbridge et.al., 1981:40; Dahar & Liliasari, 1986:11). IPA sebagai proses merupakan prosedur pemecahan masalah menggunakan metode ilmiah untuk menemukan konsep IPA, melalui tahapan berikut: 1. menemukan masalah, 2. merumuskan hipotesis, 3. merancang penyelidikan, 4. melaksanakan penyelidikan, 5. mengumpulkan dan menganalisis data, 6. menarik kesimpulan, serta 7. mengomunikasikan hasil penyelidikan. IPA sebagai produk merupakan kumpulan pengetahuan yang terdiri atas fakta, konsep, dan prinsip. Produk IPA yang berupa fakta merupakan data yang

menunjukkan fenomena yang sesungguhnya, pernyataan-pernyataan tentang benda-benda yang benar-benar ada, atau peristiwa-peristiwa yang benar-benar terjadi dan sudah dikonfirmasi secara objektif. Konsep IPA adalah suatu ide yang mempersatukan fakta-fakta IPA, sehingga konsep merupakan hubungan antara fakta-fakta. Prinsip diartikan sebagai generalisasi tentang hubungan antara konsep-konsep. Contohnya, semua benda dipanaskan mengalami kenaikan suhu. Prinsip merupakan deskripsi yang paling tepat tentang objek atau kejadian/fenomena. Aplikasi IPA adalah penerapan metode ilmiah dan produk IPA yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemecahan masalah-masalah yang dapat diidentifikasikan. Penerapan IPA perlu dilakukan secara bijaksana untuk menjaga dan memelihara kelestarian lingkungan.

IPA yang dipelajari di sekolah tidak hanya berupa kumpulan fakta tetapi juga proses perolehan fakta yang didasarkan pada kemampuan menggunakan pengetahuan dasar IPA untuk memprediksi atau menjelaskan pelbagai fenomena. Peserta didik harus memaknai alam yang berubah secara cepat dan kompleks, dengan cara menggunakan pengetahuan yang telah dipahaminya dalam memecahkan masalah (Reif, 1995). Proses pembelajaran IPA berorientasi pada kemampuan aplikatif, pengembangan kemampuan berpikir, rasa ingin tahu, sikap peduli, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan sosial dan alam. IPA juga ditujukan untuk pengenalan lingkungan biologi dan alam sekitar, serta pengenalan pelbagai keunggulan wilayah nusantara.

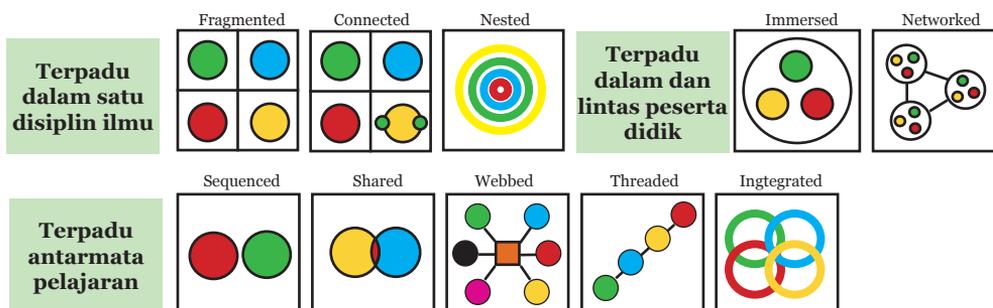
Mata pelajaran IPA di SMP/MTs dilakukan dengan konsep *integrative science* (IPA Terpadu). Konsep keterpaduan ini ditunjukkan pada penyajian materi IPA dikemas ke dalam tema tertentu yang di dalamnya membahas perpaduan materi-materi fisika, kimia, dan biologi, yang saling berkaitan (Kemdikbud, 2014). IPA di SMP/MTs ditinjau dari sudut pandang kajian Biologi sehingga penyajian konsep-konsep IPA pada bahan ajar IPA terpadu di SMP/MTs diawali dengan fenomena biologi yang ada di sekitar peserta didik dan membahasnya dengan tinjauan dari tiga bidang kajian (biologi, fisika, dan kimia). Hal ini bertujuan agar tampak keterpaduan antara tiga bidang kajian tersebut. Meskipun demikian, tetap akan tampak karakter dari tiap-tiap bidang kajian karena bagaimanapun juga terdapat perbedaan yang mendasar antara tiga bidang kajian tersebut. Keterpaduan konsep dalam IPA terpadu tidak berarti membentuk konsep baru dari konsep dasar fisika, kimia, dan biologi, tetapi terpadu dalam objek yang dipelajari. Sebagai contoh, proses fotosintesis. Tumbuhan memerlukan cahaya, karbon dioksida (CO_2), dan air untuk proses fotosintesis. Cahaya yang diperlukan oleh beberapa jenis daun adalah cahaya merah. Pertanyaan yang muncul mengapa bukan sinar ultraviolet yang digunakan? Jawabannya dapat diperoleh dari konsep fisika yang menyatakan bahwa sinar ultraviolet merupakan sinar dengan frekuensi yang tinggi, sehingga energi yang dimiliki juga tinggi. Dari konsep kimia

dapat dijelaskan tentang reaksi antara air dan karbon dioksida (CO_2) dengan bantuan energi cahaya. Dari segi biologi dapat dijelaskan cara bagian-bagian daun melakukan fungsinya pada proses fotosintesis.

B. Model Pemaduan Bahan Ajar IPA Terpadu

Salah satu komponen penting dalam pembelajaran adalah bahan ajar. Bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dalam kegiatan pembelajaran (Puskur, 2006:6). Bahan ajar memungkinkan peserta didik dapat mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis, sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu.

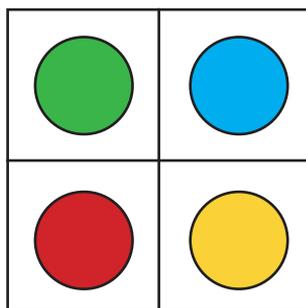
Bahan ajar merupakan sarana untuk mengomunikasikan ilmu pengetahuan. Bahan ajar yang digunakan di sekolah, baik oleh guru maupun oleh peserta didik, harus jelas, lengkap, akurat, dan dapat mengomunikasikan informasi, konsep, serta pengetahuan proseduralnya. Dengan demikian, setiap bahan ajar harus memiliki standar yang sesuai dengan tujuan dari buku pelajaran tersebut, yaitu sesuai dengan jenjang pendidikan, psikologi perkembangan peserta didik, kebutuhan, dan tuntutan kurikulum, serta ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pemaduan bahan ajar IPA terpadu dapat menggunakan pelbagai model. Ada beberapa model pemaduan yang digunakan dalam pengembangan kurikulum IPA terpadu. Salah satu model pemaduan yang digunakan adalah model pengembangan kurikulum terpadu dari Fogarty (1991) yang mengembangkan 10 model pemaduan yang tercakup dalam tiga bentuk dasar pemaduan kurikulum. Tiga bentuk dasar pemaduan kurikulum dengan 10 model pemaduan tersaji pada Gambar 1.1.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.1 Tiga Bentuk Dasar Pemaduan Kurikulum dengan 10 Model Pemaduan

1. *Fragmented Model* (Model Penggalan)

Model *fragmented* merupakan model kurikulum yang memisahkan materi ke dalam disiplin ilmu yang berbeda yang dikemas dalam mata pelajaran. Sebagai contoh, mata pelajaran matematika, IPA, dan IPS. Model *fragmented* ditandai dengan ciri pemaduan yang hanya terbatas pada satu mata pelajaran saja. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.2. Pada proses pembelajarannya, butir-butir materi tersebut dilaksanakan secara terpisah-pisah pada jam yang berbeda-beda.

Peserta didik mempelajari materi tanpa menghubungkan kebermaknaan dan keterkaitan antara satu pelajaran dengan pelajaran lainnya. Setiap mata pelajaran diajarkan oleh guru yang berbeda dan mungkin pula ruang yang berbeda. Setiap mata pelajaran memiliki ranah tersendiri dan tidak ada usaha untuk mempersatukannya. Setiap mata pelajaran berlangsung terpisah dengan pengorganisasian dan cara mengajar yang berbeda dari setiap guru.

Sumber: Dok. Kemdikbud

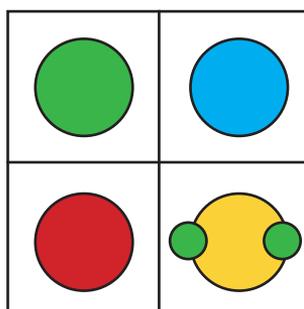
Gambar 1.2 Skema Model Pemaduan *Fragmented*

Pemaduan materi yang menggunakan model *fragmented* akan menyajikan materi dalam suatu mata pelajaran yang utuh tanpa mengaitkan mata pelajaran satu dengan yang lainnya (Fogarty,1991). Oleh seorang guru mata pelajaran IPA, konsep-konsep pada pelajaran IPA diajarkan utuh kepada peserta didiknya tanpa melihat atau mempertimbangkan konsep-konsep yang ada pada mata pelajaran matematika atau IPS. Jadi, dalam bahan ajar dengan model *fragmented* setiap mata pelajaran dirancang sendiri-sendiri dan tidak ada usaha untuk mengaitkan diantara satu mata pelajaran dengan mata pelajaran lain. Oleh Fogarty (1991), model *fragmented* disimbolkan dengan sebuah periskop yang artinya memandang satu arah, fokus yang sempit untuk setiap mata pelajaran.

Model *fragmented* memiliki kelebihan yaitu peserta didik menguasai secara penuh satu kemampuan tertentu untuk tiap mata pelajaran, sehingga peserta didik ahli dan terampil dalam bidang tertentu. Menurut Kemdikbud (2013:172), kelebihan dari model *fragmented* adalah adanya kejelasan dan pandangan yang terpisah dalam suatu mata pelajaran. Adapun kekurangannya

adalah peserta didik belajar hanya pada tempat dan sumber belajar serta kurang mampu membuat hubungan atau pemaduan dengan konsep sejenis. Kekurangan lain dari model ini menurut Kemdikbud (2013:172) adalah lebih sedikit transfer pembelajarannya.

2. *Connected Model* (Model Keterhubungan)

Model *connected* atau keterhubungan menyajikan hubungan yang eksplisit di dalam suatu mata pelajaran. Skema dari model ini tersaji pada Gambar 1.3. Materi dibelajarkan dengan mengaitkan satu pokok bahasan ke pokok bahasan yang lain, menghubungkan satu konsep ke konsep yang lain, mengaitkan satu keterampilan dengan keterampilan yang lain dalam suatu bidang studi (interbidang studi). Kunci utama model ini adalah adanya usaha secara sadar menghubungkan bidang kajian dalam satu disiplin ilmu dalam satu mata pelajaran.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.3 Skema Model Pemaduan *Connected*

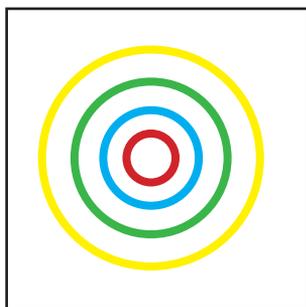
Model *connected* dilandasi oleh anggapan bahwa butir-butir materi ajar dapat dipayungkan pada induk mata pelajaran tertentu. Butir-butir materi ajar bidang fisika, kimia, dan biologi dapat dipayungkan pada mata pelajaran IPA. Penguasaan materi ajar tersebut merupakan keutuhan dalam membentuk kemampuan tentang ilmu alam. Hanya saja pembentukan pemahaman, keterampilan, dan pengalaman secara utuh tersebut tidak berlangsung secara otomatis. Karena itu, guru harus menata materi ajar dan proses pembelajarannya secara terpadu.

Kelebihan yang diperoleh dalam model *connected* ini adalah adanya hubungan antaride-ide dalam satu mata pelajaran dan peserta didik akan memperoleh gambaran yang lebih jelas dan luas dari konsep yang dijelaskan. Peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan pendalaman, tinjauan, memperbaiki, dan mengasimilasi gagasan secara bertahap. Kekurangan model ini adalah belum memberikan gambaran yang menyeluruh, karena belum menggabungkan bidang-bidang pengembangan/mata pelajaran lain. Kekurangan lain dari model ini menurut Kemdikbud (2013:172) adalah

disiplin-disiplin ilmu tidak berkaitan dan materi pelajaran tetap terfokus pada satu disiplin ilmu.

3. *Nested Model* (Model Bersarang)

Model *nested* merupakan model yang memadukan kurikulum di dalam satu disiplin ilmu dan secara khusus meletakkan fokus pemaduan pada sejumlah keterampilan belajar yang ingin dilatihkan. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.4. Model *nested* atau bersarang adalah pemaduan yang digunakan oleh guru untuk mencapai beberapa kompetensi atau keterampilan yaitu keterampilan berpikir, keterampilan sosial, dan keterampilan isi pengetahuan. Contohnya guru merancang unit fotosintesis yang secara simultan dapat digunakan untuk mencapai target keterampilan sosial dan pengetahuan mengenai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap fotosintesis (pengetahuan sains).

Seperti yang dicontohkan Fogarty (1991:28), untuk jenis mata pelajaran bahasa dan ilmu sosial dapat dipadukan keterampilan berpikir (*thinking skills*) dengan keterampilan sosial (*social skills*). Pelajaran sains dan matematika dapat dipadukan keterampilan berpikir (*thinking skills*) dan keterampilan mengorganisasi (*organizing skills*).

Sumber: Dok. Kemdikbud

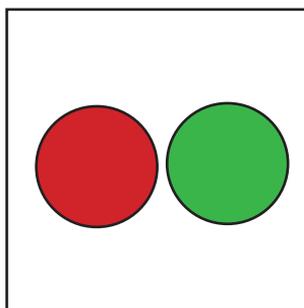
Gambar 1.4 Skema Model Pemaduan *Nested*

Model *nested* merupakan pemaduan pelbagai bentuk penguasaan konsep keterampilan melalui sebuah kegiatan pembelajaran. Misalnya, pada satuan jam tertentu seorang guru memfokuskan kegiatan pembelajaran pada pemahaman tentang hakikat IPA dan keterampilan proses IPA dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, menentukan jenis keterampilan proses IPA, dan melakukan kegiatan praktikum. Pembelajaran pelbagai bentuk penguasaan konsep dan keterampilan tersebut keseluruhannya tidak harus dirumuskan dalam tujuan pembelajaran.

Kelebihan model ini yaitu guru dapat memadukan beberapa keterampilan sekaligus dalam pembelajaran satu mata pelajaran, memberikan perhatian pada pelbagai bidang penting dalam satu saat sehingga tidak memerlukan

penambahan waktu, dan guru dapat memadukan kurikulum secara luas. Kelebihan lain dari model ini menurut Kemdikbud (2013:173) adalah dapat memperkaya dan memperluas pembelajaran. Kekurangan dari model ini adalah apabila tanpa perencanaan yang matang memadukan beberapa keterampilan yang menjadi target dalam suatu pembelajaran, akan berdampak pada peserta didik, dalam hal ini prioritas pelajaran menjadi kabur. Lebih diperjelas oleh Kemdikbud (2013:173), bahwa kekurangan dari model ini adalah peserta didik dapat menjadi bingung dan kehilangan arah mengenai konsep-konsep utama dari suatu kegiatan atau pelajaran.

4. *Sequenced Model* (Model Urutan)

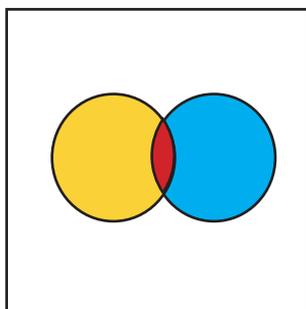
Model *sequenced* merupakan model pemaduan topik-topik antarmata pelajaran yang berbeda secara paralel. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.5. Pada model ini, topik-topik diurutkan dan persamaan-persamaan yang ada dalam mata pelajaran yang dipadukan, selanjutnya diajarkan secara bersamaan (Kemdikbud, 2013:173). Sebagai contoh, guru menyajikan materi pembelajaran sesuai urutan kompetensi dasar pada kurikulum atau buku yang tersedia. Topik-topik tersebut dapat dipadukan pembelajarannya pada alokasi jam yang sama.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.5 Skema Model Pemaduan *Sequenced*

Kelebihan dari model ini adalah dengan menyusun kembali urutan topik, bagian dari unit, guru dapat mengutamakan prioritas kurikulum daripada hanya mengikuti urutan yang dibuat penulis dalam buku teks, membantu peserta didik memahami isi pembelajaran dengan lebih kuat, dan bermakna. Lebih lanjut disampaikan Kemdikbud (2013:173), kelebihan dari model ini adalah memfasilitasi transfer pembelajaran melintasi beberapa mata pelajaran. Sementara kekurangannya yaitu diperlukan kolaborasi berkelanjutan dan fleksibilitas semua orang yang terlibat dalam *content area* dalam mengurutkan sesuai peristiwa terkini.

5. *Shared Model* (Model Terbagi)

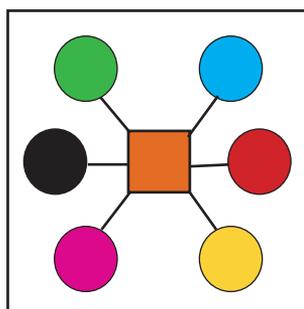
Model *shared* merupakan bentuk pemaduan materi pembelajaran akibat adanya "*overlapping*" atau tumpang tindih konsep atau ide pada dua mata pelajaran atau lebih yang berbeda. Butir-butir pembelajaran tentang atom dalam kimia misalnya, dapat bertumpang tindih dengan butir pembelajaran dalam model atom dalam fisika dan sebagainya. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.6.

Kelebihan dari model ini yaitu lebih mudah dalam menggunakannya sebagai langkah awal maju secara penuh menuju model terpadu yang mencakup empat disiplin ilmu. Dengan menggabungkan disiplin ilmu serupa yang saling tumpang tindih, akan memungkinkan mempelajari konsep yang lebih dalam. Selain itu, menurut Kemdikbud (2013:173), kelebihan lain dari model ini adalah terdapat pengalaman-pengalaman pembelajaran bersama dan dengan adanya dua orang guru di dalam satu tim, akan lebih mudah untuk berkolaborasi. Sedangkan kekurangannya, model pemaduan antardua disiplin ilmu memerlukan komitmen pasangan untuk bekerja sama dalam fase awal, karena untuk menemukan konsep yang tumpang tindih secara nyata diperlukan dialog dan diskusi yang mendalam. Menurut Kemdikbud (2013:173), kekurangan dari model ini adalah membutuhkan waktu, fleksibilitas, komitmen, dan kompromi.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.6 Skema Model Pemaduan *Shared*

6. *Webbed Model* (Model Jaring Laba-laba)

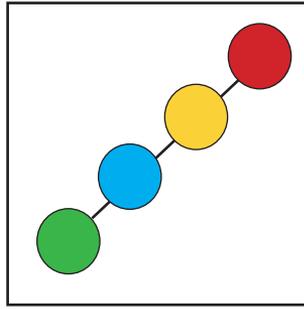
Model yang paling populer adalah model *webbed*. Model ini bertolak dari pendekatan tematik sebagai pemadu bahan dan kegiatan pembelajaran. Skema model pembelajaran ini tersaji pada Gambar 1.7. Pada hubungan ini tema dapat mengikat kegiatan pembelajaran baik dalam mata pelajaran tertentu maupun lintas mata pelajaran. Model jaring laba-laba (*webbed model*) adalah pembelajaran terpadu yang menggunakan pendekatan tematik. Pendekatan ini pengembangannya dimulai dengan menentukan tema tertentu. Tema dapat ditetapkan dengan negosiasi guru dan peserta didik, tetapi dapat pula

ditentukan dari hasil diskusi sesama guru. Setelah tema tersebut disepakati, dikembangkan sub-sub temanya dengan memperhatikan kaitannya dengan bidang-bidang studi. Dari sub-sub tema ini dikembangkan aktivitas belajar yang harus dilakukan peserta didik. Keuntungan model jaring laba-laba bagi peserta didik adalah peserta didik memperoleh pandangan hubungan yang utuh tentang kegiatan dari pelbagai ilmu yang berbeda-beda.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.7 Skema Model Pemaduan *Webbed*

Kelebihan pendekatan jaring laba-laba untuk mengintegrasikan kurikulum adalah faktor motivasi sebagai hasil bentuk seleksi tema yang menarik perhatian paling besar. Sementara itu, faktor motivasi peserta didik juga dapat berkembang karena adanya pemilihan tema yang didasarkan pada minat peserta didik. Lebih jelas disampaikan oleh Kemdikbud (2013:173), bahwa kelebihan dari model ini adalah dapat memotivasi peserta didik dan membantu peserta didik untuk melihat keterhubungan antargagasan. Kekurangan dari model ini adalah banyak guru sulit memilih tema. Guru cenderung menyediakan tema yang dangkal sehingga kurang bermanfaat bagi peserta didik. Selain itu, guru seringkali terfokus pada kegiatan sehingga materi atau konsep menjadi terabaikan

7. *Threaded Model* (Model Satu Alur)

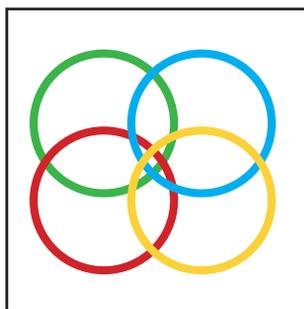
Model *threaded* merupakan model pemaduan bentuk keterampilan, misalnya, melakukan prediksi dan estimasi dalam matematika, ramalan terhadap kejadian-kejadian, antisipasi terhadap cerita dalam novel, dan sebagainya. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.8. Bentuk *threaded* ini berfokus pada *meta-curriculum*. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:173), bahwa model ini merupakan model pembelajaran terpadu yang memfokuskan pada penguasaan keterampilan yang meliputi keterampilan sosial, berpikir, serta pelbagai jenis kecerdasan, dan keterampilan belajar. Keterampilan-keterampilan tersebut 'direntangkan' melalui pelbagai disiplin ilmu/mata pelajaran.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.8 Skema Model Pemaduan *Threaded*

Kelebihan dari model ini antara lain: konsep berputar di sekitar meta-kurikulum yang menekankan pada perilaku metakognitif, materi untuk tiap mata pelajaran tetap murni, dan peserta didik dapat belajar sebagaimana seharusnya belajar pada masa yang akan datang sesuai dengan laju perkembangan era globalisasi. Model ini memiliki kelemahan pada hubungan isi antarmateri pelajaran yang tidak ditunjukkan secara eksplisit sehingga peserta didik kurang memahami keterkaitan materi antara mata pelajaran satu dengan yang lainnya.

8. *Integrated Model* (Model Integrasi)

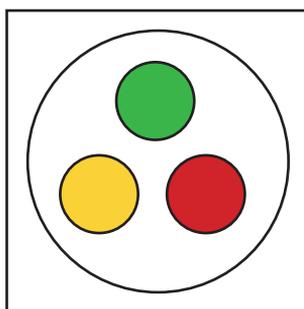
Model *integrated* merupakan pemaduan sejumlah topik dari mata pelajaran yang berbeda dengan esensi yang sama dalam sebuah topik tertentu. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.9. Topik yang yang semula terdapat dalam mata pelajaran Matematika, Bahasa Indonesia, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Ilmu Pengetahuan Sosial, pada model integrasi ini cukup diletakkan dalam mata pelajaran tertentu, misalnya Pengetahuan Alam.

Model integrasi menggunakan pendekatan antarmata pelajaran dan antarbidang studi. Model ini dilakukan dengan cara menggabungkan bidang studi dengan menetapkan prioritas dari kurikulum serta menemukan keterampilan, konsep, dan sikap yang saling tumpang tindih dalam beberapa mata pelajaran atau bidang studi (Fogarty, 1991). Pada model integrasi ini tema yang berkaitan dan saling tumpang tindih merupakan hal yang ingin dicari dan dipilih oleh guru dalam tahap perencanaan. Keuntungan dari model integrasi adalah peserta didik mudah menghubungkan dan mengaitkan materi dari beberapa mata pelajaran atau bidang studi.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.9 Skema Model Pemaduan *Integrated*

Kelebihan dari model integrasi adalah peserta didik dapat mengaitkan dan menghubungkan di antara macam-macam bagian dari mata pelajaran. Selain itu, model ini juga mendorong motivasi guru dan peserta didik untuk mengeksplorasi pelbagai topik. Kekurangan model ini sulit dilaksanakan secara penuh dan membutuhkan keterampilan tinggi guru untuk mengemas pelbagai topik dalam satu tema.

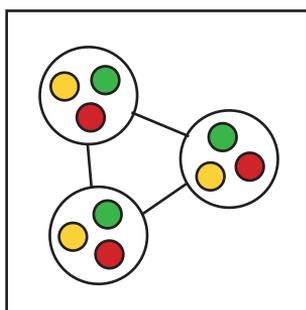
9. *Immersed Model* (Model Terbenam)

Model *immersed* memfasilitasi peserta didik mengintegrasikan pelbagai topik dengan cara melihat semua pelajaran melalui perspektif satu bidang kajian yang diminati. Contoh: seorang peserta didik sangat berminat dengan pertanian organik. Oleh karena itu, dia merasa perlu belajar mengenai *biostarter*, proses pengomposan, cara bercocok tanam, dan bioinsektisida. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.10. Pada model ini, tukar pengalaman dan pemanfaatan pengalaman sangat diperlukan dalam kegiatan pembelajaran. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), pada pelaksanaan model ini, guru membantu peserta didik untuk memadukan pengetahuan-pengetahuan yang dipelajari dengan cara memandang seluruh pengajaran melalui perspektif bidang yang disukai (*area of interest*).

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.10 Skema Model Pemaduan *Immersed*

Kelebihan dari model ini adalah setiap peserta didik mempunyai ketertarikan pada mata pelajaran yang berbeda sehingga secara tidak langsung setiap peserta didik akan belajar dari peserta didik lainnya. Mereka terpacu untuk dapat menghubungkan mata pelajaran yang satu dengan yang lainnya. Dengan kata lain, keterpaduan tersebut berlangsung di dalam diri peserta didik itu sendiri. Kekurangan dari model ini adalah peserta didik yang tidak senang membaca sumber akan mendapat kesulitan untuk mengerjakan proyek ini, sehingga peserta didik menjadi kehilangan minat belajar. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), model pemaduan ini dapat mempersempit fokus peserta didik.

10. *Networked Model* (Model Jejaring)

Model *networked* merupakan model pemaduan bahan ajar yang mengandaikan kemungkinan perubahan konsepsi, bentuk pemecahan masalah, dan tuntutan bentuk keterampilan baru setelah peserta didik melaksanakan studi lapangan dalam situasi, kondisi, dan konteks yang berbeda-beda. Skema pemaduan model ini tersaji pada Gambar 1.11. Belajar disikapi sebagai proses yang berlangsung secara terus-menerus karena adanya hubungan timbal balik antara pemahaman dan kenyataan yang dihadapi peserta didik. Menurut Kemdikbud (2013:174), model ini membelajarkan peserta didik untuk melakukan proses pemaduan topik yang dipelajari melalui pemilihan jejaring pakar dan sumber daya.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.11 Skema Model Pemaduan *Networked*

Kelebihan dari model ini adalah peserta didik dapat memperluas wawasan pengetahuan pada satu atau dua mata pelajaran secara mendalam. Melalui model ini, peserta didik menjadi bersifat proaktif dan terstimulasi oleh informasi, keterampilan, atau konsep-konsep baru. Kekurangan dari model ini adalah kedalaman materi pelajaran yang dipahami secara tidak sengaja akan menjadi dangkal, karena mendapat hambatan dalam mencari sumber. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), bahwa kekurangan dari model ini dapat memecah perhatian peserta didik serta

upaya-upaya yang dilakukan menjadi tidak efektif jika peserta didik tidak memiliki kemampuan melakukan penafsiran ulang atau refleksi terhadap pemahaman yang dimilikinya dan menerapkannya secara tepat.

C. Pembelajaran IPA Terpadu

Pembelajaran terpadu merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran yang secara sengaja memadukan beberapa pokok bahasan (Beane, 1995:615), mengaitkan beberapa aspek, baik intra maupun antarmata pelajaran. Pembelajaran terpadu mengimplikasikan perlunya membahas bidang kajian IPA (fisika, kimia, dan biologi) ke dalam materi IPA yang menyeluruh dan mengkombinasikan beberapa disiplin ilmu (Bybee, 2006).

Menurut Fogarty (1991:62), pembelajaran terpadu memiliki makna sebagai pembelajaran yang terpadu dalam satu disiplin ilmu, terpadu antarmata pelajaran, dan terpadu dalam lintas peserta didik. Pembelajaran terpadu akan memberikan pengalaman yang bermakna bagi peserta didik, karena dalam pembelajaran terpadu peserta didik akan memahami konsep-konsep yang dipelajari melalui pengalaman langsung dan menghubungkannya dengan konsep-konsep lain yang sudah dipahami yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Oleh karena itu, pembelajaran terpadu merupakan pemaduan bidang studi IPA dengan bidang studi lainnya ataupun inter-bidang studi.

Ada beberapa teori dan filsafat yang melandasi pembelajaran terpadu. Adapun landasan-landasan tersebut sebagai berikut.

1. Teori Perkembangan dari Piaget

Teori perkembangan Piaget meliputi tahap perkembangan kognitif sensorimotor, pra-operasional, operasional konkret, dan operasional formal. Pada tahap sensorimotor (0—2 tahun), seseorang dapat membedakan diri sendiri dari objek, mulai dapat bertindak dengan sengaja misalnya menarik suatu dawai untuk membuat gerakan. Pada tahap pra-operasional (2—7 tahun), seseorang belajar dengan menggunakan bahasa, menunjukkan objek dengan gambar dan kata-kata, dan mengelompokkan benda berdasarkan suatu karakteristik, misal mengelompokkan benda berdasarkan bentuknya. Pada tahap operasional konkret (7-11 tahun), seseorang dapat berpikir secara logis tentang objek dan kejadian, menggolongkan objek menurut beberapa fitur. Pada tahap operasional formal (>11 tahun), seseorang dapat berpikir secara logis tentang dalil-dalil yang abstrak, merumuskan hipotesis dan mengujinya secara sistematis. Berdasarkan teori perkembangan Piaget, peserta didik SMP/MTs berada pada tahap operasional formal yang ditandai dengan kemampuan untuk memecahkan masalah yang abstrak secara logis, berpikir lebih ilmiah, serta mengembangkan perhatian tentang isu-isu sosial dan identitas sosial.

Kecepatan perkembangan kognitif setiap individu berbeda, tetapi tidak ada individu yang melompati salah satu tahap tersebut. Salah satu aspek terpenting dalam teori perkembangan Piaget adalah adaptasi lingkungan yang dilakukan melalui proses asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan penginterpretasian pengalaman baru dalam hubungannya dengan skema-skema yang telah ada. Akomodasi adalah pemodifikasian skema-skema yang ada untuk menyesuaikannya dengan situasi-situasi baru. Piaget juga mengemukakan faktor yang menunjang perkembangan intelektual seseorang, yaitu kedewasaan (*maturation*), pengalaman fisik (*physical experience*), pengalaman logika-matematik (*logico-mathematical experience*), transmisi sosial (*sosial transmission*), dan proses keseimbangan (*equilibration*) atau pengaturan-sendiri (*self-regulation*). Menurut Piaget (Arends, 2012) pembelajaran yang efektif harus melibatkan peserta didik secara mandiri melakukan eksperimen, mengamati fenomena yang terjadi, memanipulasi simbol-simbol, mengajukan pertanyaan dan menemukan jawabannya, mengonfirmasi temuannya dengan temuan lain, dan membandingkan temuannya dengan temuan orang lain.

2. Teori Pembelajaran Konstruktivistik

Konstruktivisme adalah filsafat pendidikan yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun sendiri oleh peserta didik secara aktif melalui perkembangan proses mentalnya (Leinhart, 1992). Teori konstruktivistik menyatakan bahwa perkembangan kognitif merupakan suatu proses, dalam hal peserta didik secara aktif membangun makna dan pemahamannya terhadap realita melalui pengalaman dan interaksinya. Peserta didik menemukan dan mentrasformasikan sendiri suatu informasi kompleks apabila peserta didik tersebut menginginkan informasi tersebut menjadi miliknya.

Menurut Tobins (dalam Arends, 2012), proses belajar tidak hanya cara seseorang memahami tentang fenomena, tetapi juga menyelesaikan permasalahan yang muncul karena fenomena tersebut. Belajar adalah membangun gagasan ilmiah melalui proses interaksi peserta didik dengan lingkungan, peristiwa, dan informasi dari sekitarnya. Pandangan konstruktivisme sebagai filosofi pendidikan menganggap semua peserta didik memiliki gagasan/pengetahuan tentang lingkungan dan peristiwa/gejala alam sekitarnya. Para ahli pendidikan berpendapat bahwa inti kegiatan pendidikan adalah memulai pelajaran dari hal-hal yang diketahui peserta didik.

3. Teori Vygotsky

Vygotsky berpendapat bahwa perkembangan intelektual terjadi pada saat seseorang berhadapan dengan pengalaman baru berupa masalah untuk dipecahkan. Vygotsky menekankan pengajaran dan interaksi sosial merupakan dasar dalam pengembangan pengetahuan peserta didik. Menurut Vygotsky setiap pembelajaran diperoleh melalui dua tahapan, yaitu mula-mula melalui interaksi dengan orang lain dan kemudian mengintegrasikannya ke dalam struktur mental setiap individu. Vygotsky percaya interaksi sosial dengan teman lain memacu terbentuknya ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual.

Teori Vygotsky menyatakan bahwa pembelajaran akan terjadi bilamana pengetahuan prasyarat yang dibutuhkan untuk memperoleh pengetahuan baru sudah dikuasai peserta didik. Penguasaan pengetahuan prasyarat ketika mempelajari pengetahuan baru, membuat pembelajaran yang dilakukan peserta didik menjadi lebih bermakna.

Implikasi dari teori Vygotsky dalam pelaksanaan pendidikan adalah sebagai berikut. Pertama, perlunya tatanan kelas yang memungkinkan terjadinya pembelajaran melalui interaksi sosial (pembelajaran kooperatif) sehingga peserta didik dapat berinteraksi di sekitar tugas-tugas yang sulit dan saling memunculkan strategi-strategi pemecahan masalah yang efektif. Kedua, teori Vygotsky dalam pengajaran menekankan *scaffolding*, dengan semakin lama peserta didik semakin bertanggung jawab terhadap pembelajarannya sendiri. Dengan kata lain, peserta didik perlu belajar dan bekerja secara kelompok sehingga peserta didik dapat saling berinteraksi dan diperlukan bantuan guru atau teman sejawat lainnya yang lebih mampu serta dapat memberikan *scaffolding*, dorongan, dukungan untuk belajar, dan memecahkan masalah. *Scaffolding* adalah pemberian sejumlah bantuan atau bimbingan pada peserta didik secara bertahap sampai peserta didik tersebut dapat melaksanakan proses belajarnya secara mandiri. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, pemberian contoh, uraian masalah menjadi lebih sederhana, dan sebagainya.

4. Teori Belajar Sosial dari Bandura

Teori Bandura atau belajar sosial meletakkan *modelling* (pemodelan) menjadi konsep dasar dalam belajar. Belajar dilakukan dengan mengamati perilaku orang lain (*modelling*) dan hasil pengamatan tersebut diperkuat dengan menghubungkan pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya atau mengulang kembali pengalaman sebelumnya. Cara demikian memberi kesempatan pada peserta didik tersebut untuk mengekspresikan perilaku yang dipelajarinya.

Teori Bandura mengklasifikasi belajar menjadi empat fase, yaitu fase atensi, fase retensi, fase reproduksi, dan fase motivasi. Fase atensi adalah fase memberikan perhatian pada suatu pemodelan yang diberikan. Fase retensi adalah fase pengkodean karakteristik yang ditunjukkan pada saat pemodelan dan menyimpan kode-kode tersebut dalam memori jangka panjang. Fase reproduksi adalah fase pemberian kesempatan pada peserta didik untuk melihat komponen-komponen urutan perilaku yang telah dikuasainya. Fase motivasi adalah fase peserta didik untuk meniru karena dengan meniru yang dilakukan model, terjadi penguatan pada peserta didik. Pemberian penguatan yang menyertai kegiatan meniru model akan memotivasi peserta didik untuk menunjukkan perilakunya sebagai hasil belajar. Aplikasi fase motivasi di kelas biasanya dilakukan dengan pemberian pujian atau penghargaan berupa nilai pada peserta didik yang menunjukkan perilaku positif.

5. Teori Belajar Penemuan dari Bruner

Teori Bruner atau belajar penemuan (*discovery learning*) menekankan pentingnya pemahaman tentang struktur materi ilmu yang dipelajari, perlunya belajar aktif, dan berpikir secara induktif dalam belajar. Bruner mengemukakan bahwa mata pelajaran dapat diajarkan secara efektif jika kompleksitas materi yang dibelajarkan sesuai dengan tingkat perkembangan anak.

Pada tahap awal, materi pembelajaran dapat diberikan dengan memberikan contoh-contoh sederhana atau fenomena kontekstual yang dilanjutkan dengan fenomena yang lebih kompleks. Belajar melalui penemuan memberi peluang pada guru untuk memberikan contoh dan bukan contoh pada pembelajaran, terutama pada kegiatan awal atau apersepsi. Contoh dan bukan contoh tersebut memancing peserta didik berpikir menemukan hubungan antara bagian dari suatu struktur materi melalui pengajuan pertanyaan dan mencari jawaban pertanyaan tersebut. Cara demikian mengajar peserta didik berpikir induktif untuk menemukan hubungan antarkonsep berdasarkan informasi faktual.

D. Tujuan dan Karakteristik Pembelajaran IPA Terpadu

Ruang lingkup mata pelajaran IPA menekankan pada pengamatan fenomena alam dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, pembahasan fenomena alam terkait dengan kompetensi produktif dan teknologi, dengan perluasan pada konsep abstrak yang meliputi makhluk hidup dan proses kehidupan, benda/zat/bahan dan sifatnya, energi dan perubahannya, bumi dan alam semesta yang meliputi aspek-aspek biologi, kimia, fisika, dan bumi dan alam semesta (Kemdikbud, 2014). Menurut Permendikbud tersebut, mata pelajaran IPA bertujuan agar peserta didik memiliki kompetensi sebagai berikut.

1. Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang aspek fisik dan materi, kehidupan dalam ekosistem, dan peranan manusia dalam lingkungan sehingga bertambah keimanannya, serta mewujudkannya dalam pengamalan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif; dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan pengamatan, percobaan, dan berdiskusi.
3. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan guna memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerja sama dengan orang lain.
4. Mengembangkan pengalaman untuk menggunakan, mengajukan, dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang, dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis.
5. Mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip IPA untuk menjelaskan pelbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.
6. Menguasai konsep dan prinsip IPA serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pembelajaran IPA terpadu memiliki karakteristik bahwa pembelajaran berpusat pada peserta didik, menekankan pembentukan pemahaman dan kebermaknaan, belajar melalui pengalaman langsung, lebih memperhatikan proses daripada hasil belajar, dan sarat dengan muatan keterkaitan.

1. Pembelajaran Berpusat pada Peserta Didik (Aktif)

   Pembelajaran terpadu dikatakan berpusat pada peserta didik karena pembelajaran terpadu merupakan suatu sistem pembelajaran yang memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk bereksplorasi. Peserta didik aktif mencari, menggali, serta menemukan konsep dan prinsip-prinsip pengetahuan yang harus dikuasainya sesuai dengan perkembangannya.

2. Menekankan Pembentukan Pemahaman dan Kebermaknaan (Bermakna)

   Pembelajaran terpadu mengkaji suatu fenomena dari pelbagai aspek yang membentuk semacam jalinan antarskemata yang dimiliki peserta didik sehingga berdampak pada kebermaknaan materi yang dipelajari peserta didik. Peserta didik memperoleh hasil yang nyata tentang konsep-konsep yang diperolehnya dan keterkaitannya dengan konsep-konsep

lain yang dipelajarinya. Hal ini berdampak pada kegiatan belajar peserta didik menjadi lebih bermakna. Dampak ini tentunya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik untuk menerapkan perolehan belajarnya pada pemecahan masalah yang nyata dalam kehidupan sehari-hari.

3. Belajar Melalui Pengalaman Langsung (Autentik)

   Pada pembelajaran terpadu, peserta didik dilibatkan secara langsung pada konsep dan prinsip yang dipelajari dan memungkinkan peserta didik belajar dengan melakukan kegiatan secara langsung. Peserta didik diharapkan memahami hasil belajarnya sesuai fakta dan peristiwa yang dialaminya, bukan sekadar informasi dari gurunya. Pada pembelajaran terpadu, guru bertindak sebagai fasilitator dan katalisator yang membimbing peserta didik ke arah tujuan yang ingin dicapai. Peserta didik sebagai pelaksana belajar mencari fakta dan informasi untuk mengembangkan pengetahuannya.

4. Lebih Memperhatikan Proses daripada Hasil Belajar

   Pada pembelajaran IPA terpadu (pada jenjang pendidikan dasar) dikembangkan *guided inquiry* yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran yaitu mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai proses penilaian. Pembelajaran terpadu dilaksanakan sesuai minat dan kemampuan peserta didik sehingga memungkinkan peserta didik termotivasi untuk belajar terus menerus.

5. Sarat dengan Muatan Keterkaitan (Holistik)

   Pembelajaran terpadu memusatkan perhatian pada pengamatan dan pengkajian gejala atau peristiwa dari beberapa mata pelajaran sekaligus. Pembahasan materi tidak dari sudut pandang yang terkotak-kotak sehingga memungkinkan peserta didik memahami suatu fenomena dari segala sisi. Hal ini diharapkan dapat membuat peserta didik lebih arif dan bijak dalam menyikapi kejadian yang ada dalam kehidupan sehari-harinya.

Kekuatan/manfaat yang dapat dipetik melalui pelaksanaan pembelajaran terpadu antara lain sebagai berikut.

1. Penggabungan pelbagai bidang kajian dalam satu tema akan menghemat alokasi waktu pembelajaran, karena keempat bidang kajian IPA (makhluk hidup dan proses kehidupan, benda/zat/bahan dan sifatnya, energi dan perubahannya, bumi dan alam semesta) dapat dibelajarkan sekaligus. Tumpang tindih materi juga dapat dikurangi bahkan dihilangkan.
2. Peserta didik dapat melihat hubungan yang bermakna antarkonsep (makhluk hidup dan proses kehidupan, benda/zat/bahan dan sifatnya, energi dan perubahannya, bumi dan alam semesta)

3. Taraf kecakapan berpikir peserta didik lebih meningkat karena peserta didik dihadapkan pada gagasan atau pemikiran yang lebih luas dan lebih dalam ketika menghadapi situasi pembelajaran.
4. Pembelajaran terpadu menyajikan penerapan tentang dunia nyata yang dialami dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memudahkan pemahaman konsep dan kepemilikan kompetensi IPA.
5. Motivasi belajar peserta didik dapat diperbaiki dan ditingkatkan.
6. Pembelajaran terpadu membantu menciptakan struktur kognitif yang dapat menjembatani antara pengetahuan awal peserta didik dengan pengalaman belajar yang terkait, sehingga pemahaman menjadi lebih terorganisasi dan mendalam, dan memudahkan memahami hubungan materi IPA dari satu konteks ke konteks lainnya.
7. Terjadi peningkatan kerja sama antarguru bidang kajian terkait, guru dengan peserta didik, peserta didik dengan peserta didik, peserta didik/guru dengan narasumber; sehingga belajar lebih menyenangkan, belajar dalam situasi nyata, dan dalam konteks yang lebih bermakna.

Selain kekuatan/manfaat yang dikemukakan itu, model pembelajaran IPA terpadu juga memiliki kelemahan. Perlu disadari, bahwa sebenarnya tidak ada model pembelajaran yang cocok untuk semua konsep. Oleh karena itu, model pembelajaran harus disesuaikan dengan konsep yang akan diajarkan. Begitu pula dengan pembelajaran terpadu dalam IPA memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut.

1. Aspek guru. Guru harus berwawasan luas, memiliki kreativitas tinggi, keterampilan metodologis yang andal, rasa percaya diri yang tinggi, serta berani mengemas dan mengembangkan materi. Secara akademik, guru dituntut untuk terus menggali informasi ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan materi yang akan diajarkan dan banyak membaca buku agar penguasaan bahan ajar tidak terfokus pada bidang kajian tertentu saja. Tanpa kondisi ini, maka pembelajaran terpadu dalam IPA akan sulit terwujud.
2. Aspek peserta didik. Pembelajaran terpadu menuntut kemampuan belajar peserta didik yang relatif "baik", baik dalam kemampuan akademik maupun kreativitasnya. Hal ini terjadi karena model pembelajaran terpadu menekankan pada kemampuan analitik (mengurai), kemampuan asosiatif (menghubung-hubungkan), serta kemampuan eksploratif dan elaboratif (menemukan dan menggali). Bila kondisi ini tidak dimiliki, penerapan model pembelajaran terpadu ini sangat sulit dilaksanakan.
3. Aspek sarana dan sumber pembelajaran. Pembelajaran terpadu memerlukan bahan bacaan atau sumber informasi yang cukup banyak dan bervariasi, mungkin juga fasilitas internet. Semua ini akan menunjang, memperkaya, dan mempermudah pengembangan wawasan. Bila sarana ini tidak dipenuhi, penerapan pembelajaran terpadu juga akan terhambat.

4. Aspek kurikulum. Kurikulum harus luwes, berorientasi pada pencapaian ketuntasan pemahaman peserta didik (bukan pada pencapaian target penyampaian materi). Guru perlu diberi kewenangan dalam mengembangkan materi, metode, dan penilaian keberhasilan pembelajaran peserta didik.
5. Aspek penilaian. Pembelajaran terpadu membutuhkan cara penilaian yang menyeluruh (komprehensif), yaitu menetapkan keberhasilan belajar peserta didik dari beberapa bidang kajian terkait yang dipadukan. Dalam kaitan ini, guru selain dituntut untuk menyediakan teknik dan prosedur pelaksanaan penilaian dan pengukuran yang komprehensif, juga dituntut untuk berkoordinasi dengan guru lain, bila materi pelajaran berasal dari guru yang berbeda.
6. Aspek suasana pembelajaran. Pembelajaran terpadu cenderung mengutamakan salah satu bidang kajian dan 'tenggelam'nya bidang kajian lain. Dengan kata lain, pada saat mengajarkan suatu tema, guru cenderung menekankan atau mengutamakan substansi gabungan tersebut sesuai dengan pemahaman, selera, dan latar belakang pendidikan guru itu sendiri.

BAB 2

PEMBELAJARAN BERBASIS AKTIVITAS DALAM PEMBELAJARAN IPA

A. Pembelajaran dalam Kurikulum 2013

Kurikulum pada jenjang pendidikan dasar dan menengah terus mengalami perubahan sebagai upaya penyempurnaan sistem pendidikan di Indonesia. Kurikulum 2013 merupakan penyempurnaan terhadap kurikulum sebelumnya. Hal ini sesuai dengan kebijakan pemerintah yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Perubahan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Penyempurnaan kurikulum yang terbaru dituangkan dalam Kurikulum 2013.

Ditinjau dari isi dan pendekatannya, kurikulum pendidikan dasar dan menengah dititikberatkan pada aktivitas peserta didik sehingga pemahaman dan pengetahuan peserta didik menjadi lebih baik. Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, serta perkembangan fisik dan psikologis peserta didik. Secara prinsip, pembelajaran di sekolah dilakukan secara terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara (Kemdikbud, 2014). Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran diarahkan untuk memberdayakan semua potensi peserta didik mencapai kompetensi yang ditetapkan.

Lebih lanjut, pembelajaran harus diarahkan untuk memfasilitasi pencapaian kompetensi yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum agar setiap individu mampu menjadi peserta didik mandiri sepanjang hayat, dan pada gilirannya mereka menjadi komponen penting untuk mewujudkan masyarakat belajar. Kualitas lain yang dikembangkan kurikulum dan harus terealisasikan dalam proses pembelajaran antara lain kreativitas, kemandirian, kerja sama, solidaritas, kepemimpinan, empati, toleransi, dan kecakapan hidup peserta didik guna membentuk watak.

Agar dapat mencapai kualitas yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip yang: 1. berpusat pada peserta didik, 2. mengembangkan kreativitas peserta didik, 3. menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang, 4. bermuatan nilai,

etika, estetika, logika, dan kinestetika, serta 5. menyediakan pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi dan metode pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien, dan bermakna. Di dalam pembelajaran, peserta didik didorong untuk menemukan informasi, mengecek informasi baru, mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan, tempat, dan waktu ia hidup.

Kurikulum 2013 menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke peserta didik. Peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Hal ini menyebabkan pembelajaran harus berkenaan dengan pemberian kesempatan kepada peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan berupaya keras mewujudkan ide-idenya.

Guru memberikan kemudahan untuk proses tersebut, dengan mengembangkan suasana belajar yang memberi kesempatan peserta didik untuk menemukan, menerapkan ide-ide mereka sendiri, menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guru mengembangkan kesempatan belajar kepada peserta didik untuk meniti anak tangga yang membawa peserta didik ke pemahaman yang lebih tinggi, yang semula dilakukan dengan bantuan guru, selanjutnya semakin lama semakin mandiri. Pemahaman pembelajaran bergeser dari "diberi tahu" menjadi "aktif mencari tahu".

Kurikulum 2013 mengembangkan dua proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran langsung dan proses pembelajaran tidak langsung. Pembelajaran langsung adalah proses pendidikan, dalam hal ini peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir, dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran. Dalam pembelajaran langsung tersebut peserta didik melakukan kegiatan belajar mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi atau menganalisis, dan mengomunikasikan hal-hal yang sudah ditemukannya dalam kegiatan analisis. Proses pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung, yang disebut dengan *instructional effect*.

Permendikbud RI Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah menyatakan bahwa pembelajaran tidak langsung adalah proses pendidikan yang terjadi selama proses pembelajaran langsung, tetapi tidak dirancang dalam kegiatan

khusus. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pengembangan nilai dan sikap. Berbeda dengan pengetahuan tentang nilai dan sikap yang dilakukan dalam proses pembelajaran langsung oleh mata pelajaran tertentu, pengembangan sikap sebagai proses pengembangan moral dan perilaku dilakukan oleh seluruh mata pelajaran dan dalam setiap kegiatan yang terjadi di kelas, sekolah, dan masyarakat. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran Kurikulum 2013, semua kegiatan yang terjadi selama belajar di sekolah, baik dalam kegiatan kurikuler, kokurikuler, maupun ekstrakurikuler, terjadi proses pembelajaran untuk mengembangkan moral dan perilaku yang terkait dengan sikap.

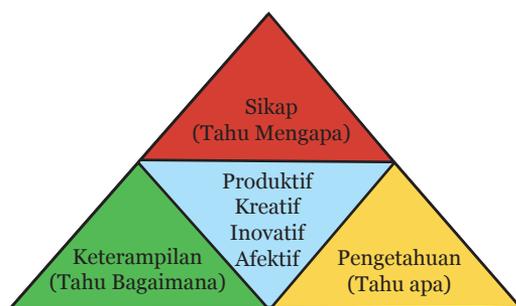
Pembelajaran langsung dan pembelajaran tidak langsung terjadi secara terpadu dan tidak terpisah. Pembelajaran langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut Kompetensi Dasar (KD) yang dikembangkan dari Kompetensi Pengetahuan dan Kompetensi Keterampilan. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari Kompetensi Sikap Spiritual dan Kompetensi Sikap Sosial.

B. *Scientific Approach* (Pendekatan Ilmiah)

Pembelajaran IPA dilaksanakan melalui pendekatan ilmiah (*scientific approach*). Hal ini dilaksanakan dengan merujuk pada suatu teori bahwa pembelajaran merupakan sebuah proses ilmiah. Menurut Permendikbud RI Nomor 103 tahun 2014 pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah itu lebih efektif hasilnya dibandingkan dengan pembelajaran tradisional. Hasil penelitian membuktikan bahwa pada pembelajaran tradisional, retensi informasi dari guru sebesar 10% setelah lima belas menit dan perolehan pemahaman kontekstual sebesar 25%. Pada pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah, retensi informasi dari guru sebesar lebih dari 90% setelah dua hari dan perolehan pemahaman kontekstual sebesar 50-70%.

Proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan ilmiah menyentuh tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Ketiga ranah tersebut telah tertuang pada KI dan KD. Dengan demikian, melalui pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan ilmiah ini dapat diharapkan membentuk generasi muda yang cerdas, memiliki *life skills* yang baik, dan memiliki sikap yang mulia.

Pada proses pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah, ranah sikap menggamit transformasi substansi atau materi ajar agar peserta didik "tahu mengapa". Ranah keterampilan menggamit transformasi substansi atau materi ajar agar peserta didik "tahu bagaimana". Ranah pengetahuan menggamit transformasi substansi atau materi ajar agar peserta didik "tahu apa." Hasil akhirnya adalah peningkatan dan keseimbangan antara kemampuan untuk menjadi manusia yang baik (*soft skills*) dan manusia yang

memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara layak (*hard skills*) dari peserta didik yang meliputi aspek kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan. Pemaparan tersebut terangkum pada Gambar 2.1.

Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.1 Capaian Pembelajaran dalam Kurikulum 2013

Proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan ilmiah, terdiri atas lima pengalaman belajar pokok sebagai berikut.

1. Mengamati
2. Menanya
3. Mengumpulkan informasi
4. Mengasosiasi
5. Mengomunikasikan

Secara rinci deskripsi kegiatan dan bentuk hasil belajar pendekatan ilmiah disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Keterkaitan antara Langkah Pembelajaran dengan Deskripsi Kegiatan dan Bentuk Hasil Belajar (Lampiran Permendikbud 103 Tahun 2014)

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk Hasil Belajar
Mengamati (*observing*)	Mengamati dengan indra (membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dan sebagainya) dengan atau tanpa alat	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, dan waktu (*on task*) yang digunakan untuk mengamati

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk Hasil Belajar
Menanya (*questioning*)	Membuat dan mengajukan pertanyaan, tanya jawab, berdiskusi tentang informasi yang belum dipahami, informasi tambahan yang ingin diketahui, atau sebagai klarifikasi	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)
Mengumpulkan informasi/mencoba (*experimenting*)	Mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, mendemonstrasikan, meniru bentuk/gerak, melakukan eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengumpulkan data dari narasumber melalui angket, wawancara, dan memodifikasi/ menambahi/ mengembangkan	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data
Menalar/ Mengasosiasi (*associating*)	Mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau menghubungkan fenomena/informasi yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan	Mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/ konsep/teori, menyintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/pendapat;

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk Hasil Belajar
		Mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber
Mengomunikasikan (*communicating*)	Menyajikan laporan dalam bentuk bagan, diagram, atau grafik; menyusun laporan tertulis; dan menyajikan laporan meliputi proses, hasil, dan kesimpulan secara lisan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media, dan lain-lain

*) Dapat disesuaikan dengan kekhasan tiap-tiap mata pelajaran.

Berikut ini contoh aplikasi dari kelima kegiatan belajar (*learning event*) yang diuraikan dalam Tabel 2.1, yang diambil dari Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran.

1. Mengamati

Pada kegiatan mengamati, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, membaca, meraba, membau (mencium), merasakan dengan menggunakan panca indra. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan (melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek.

2. Menanya

Selama kegiatan mengamati dan dalam kegiatan menanya, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mengenai hal-hal yang diperolehnya selama mengamati. Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan tentang hasil pengamatan objek yang berkenaan dengan fakta, konsep,

prosedur, atau hal lain yang lebih abstrak. Pertanyaan tersebut dapat bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik. Dari situasi pada saat peserta didik dilatih menggunakan pertanyaan dari guru (masih memerlukan bantuan guru untuk mengajukan pertanyaan) sampai ke tingkat pada saat peserta didik mampu mengajukan pertanyaan secara mandiri. Kegiatan bertanya dilatihkan untuk mengembangkan rasa ingin tahu peserta didik. Semakin terlatih dalam bertanya, rasa ingin tahu semakin dapat dikembangkan. Pertanyaan tersebut menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari berbagai sumber.

3. Mengumpulkan dan mengasosiasikan informasi

Tindak lanjut dari bertanya adalah menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah informasi untuk kegiatan berikutnya yaitu memproses informasi untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi dan bahkan mengambil berbagai kesimpulan dari pola yang ditemukan.

4. Menalar

Pada tahap menalar, peserta didik mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk kegiatan membuat kategori, menghubungkan informasi yang berkaitan dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan sebelumnya. Peserta didik diajak berpikir untuk mengembangkan interpretasi, argumentasi, dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari beberapa fakta atau konsep, dan keterkaitan antara berbagai jenis fakta atau konsep.

5. Mengomunikasikan hasil

Kegiatan berikutnya adalah menuliskan atau menceritakan hal-hal yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan, dan menemukan pola. Hasil tersebut dikemukakan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut.

C. Pembelajaran Berbasis Aktivitas

Pembelajaran berbasis aktivitas merupakan metodologi pembelajaran aktif. Pembelajaran berbasis aktivitas menggambarkan pendekatan pedagogik dalam pembelajaran IPA. Gagasan pembelajaran berbasis aktivitas ini didasarkan pada pemahaman tentang peserta didik sebagai pembelajar aktif. Jika diberi kesempatan, peserta didik akan mengeksplorasi kemampuan dan mengolah lingkungan belajarnya secara optimal sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan dan bertahan lama.

Berbagai aktivitas dirancang dalam pembelajaran aktif untuk menarik minat belajar dan melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran. Pembelajaran aktif atau *active learning* merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang menekankan pentingnya peserta didik belajar aktif. Banyak istilah diperkenalkan dan digunakan oleh para ahli pendidikan. Istilah tersebut di antaranya pembelajaran aktif, kreatif, dan menyenangkan (PAKEM), pembelajaran aktif, inovatif, kreatif, dan menyenangkan (PAIKEM), atau PAIKEM gembira dan berbobot (PAIKEM Gembrot). Istilah lain yang dikenal dengan menggunakan bahasa asing adalah *Student Centered Learning* (SCL). Istilah-istilah ini merujuk pada satu hal yaitu pentingnya pembelajaran yang dapat mengaktifkan belajar peserta didik dengan cara-cara yang menyenangkan tanpa mengurangi kualitas belajar dan pembelajaran.

Active learning atau pembelajaran aktif didefinisikan sebagai metode pembelajaran yang mendorong peserta didik dalam proses belajar. Pembelajaran aktif mengarahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar bermakna dan berpikir tentang aktivitas yang dilakukannya. Inti dari pembelajaran aktif adalah aktivitas peserta didik dan penggalian dalam proses belajar. Pembelajaran aktif sering dikontraskan atau dibedakan dengan metode ceramah, dalam hal ini peserta didik secara pasif menerima informasi dari guru (Prince, 2001).

Pembelajaran aktif merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berperan lebih aktif dalam proses pembelajaran (mencari informasi, mengolah informasi, dan menyimpulkannya, kemudian menerapkan/mempraktikkan) dengan menyediakan lingkungan belajar yang membuat peserta didik tidak tertekan dan senang melaksanakan kegiatan belajar (Fink, 2009 : 71). Ciri umum dalam pembelajaran aktif adalah guru berganti peran, dari peran mempresentasikan materi pelajaran menjadi seorang fasilitator dari proses tersebut.

Pembelajaran berbasis aktivitas merupakan pembelajaran yang mengajak guru dan peserta didik aktif melakukan kegiatan. Peserta didik terlibat dalam berbagai kegiatan belajar yang menekankan pada belajar melalui berbuat. Peserta didik menemukan masalah dan mencari alternatif penyelesaian masalah, mengungkap gagasan secara lisan dan tertulis, dan

menciptakan lingkungan belajar yang sesuai dengan kebutuhannya. Di lain pihak, guru bertindak sebagai fasilitator yang menyediakan alat bantu belajar, seperti media pembelajaran, dan lingkungan sebagai sumber belajar untuk menjadikan pembelajaran menarik, menyenangkan, dan cocok bagi peserta didik. Guru juga membangkitkan minat dan semangat belajar peserta didik melalui kegiatan demonstrasi atau observasi yang melibatkan peserta didik.

Menurut Bonwell (1995), pembelajaran aktif memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut.

1. Penekanan proses pembelajaran bukan pada penyampaian informasi oleh pengajar, melainkan pada pengembangan keterampilan pemikiran analitis dan kritis terhadap topik atau permasalahan yang dibahas.
2. Peserta didik tidak hanya mendengarkan materi secara pasif, tetapi mengerjakan sesuatu yang berkaitan dengan materi pembelajaran.
3. Penekanan pada eksplorasi nilai-nilai dan sikap-sikap berkenaan dengan materi pembelajaran.
4. Peserta didik lebih banyak dituntut untuk berpikir kritis, menganalisis, dan melakukan evaluasi.
5. Umpan-balik yang lebih cepat akan terjadi pada proses pembelajaran.

Pembelajaran berbasis aktivitas ditujukan pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Hal ini menunjukkan perbedaan dengan pola pembelajaran sebelumnya yang cenderung berpusat pada guru. Secara lebih rinci, perbedaan antara pembelajaran berpusat pada guru (*teacher centered learning*) dan pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbedaan *Teacher Centered Learning* dan *Student Centered Learning*

No	*Teacher Centered Learning*	*Student Centered Learning*
1	Pengetahuan ditransfer dari guru ke peserta didik	Peserta didik secara aktif mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang dipelajarinya
2	Peserta didik menerima pengetahuan secara pasif	Peserta didik secara aktif terlibat di dalam mengelola pengetahuan
3	Lebih menekankan pada penguasaan materi	Tidak hanya menekankan pada penguasaan materi, tetapi juga dalam mengembangkan karakter peserta didik
4	Biasanya memanfaatkan media tunggal	Memanfaatkan banyak media (multimedia)
5	Fungsi guru atau pengajar sebagai pemberi informasi utama dan evaluator	Fungsi guru sebagai fasilitator dan evaluasi dilakukan bersama dengan peserta didik

No	*Teacher Centered Learning*	*Student Centered Learning*
6	Proses pembelajaran dan penilaian dilakukan secara terpisah	Proses pembelajaran dan penilaian dilakukan saling berkesinambungan dan terpadu
7	Sesuai untuk mengembangkan ilmu dalam satu disiplin saja	Sesuai untuk pengembangan ilmu dengan cara pendekatan interdisipliner
8	Iklim belajar lebih individualis dan bersifat kompetitif	Iklim belajar yang dikembangkan lebih kolaboratif, suportif, dan kooperatif
9	Hanya peserta didik yang dianggap melakukan proses pembelajaran	Peserta didik dan guru belajar bersama di dalam mengembangkan pengetahuan, konsep, dan keterampilan
10	Pembelajaran merupakan bagian terbesar dalam proses belajar	Peserta didik dapat belajar tidak hanya dari pembelajaran saja, tetapi dapat menggunakan berbagai cara dan kegiatan
11	Penekanan pada tuntasnya materi pembelajaran	Penekanan pada pencapaian kompetensi peserta didik dan bukan tuntasnya materi
12	Penekanan pada cara guru melakukan pembelajaran	Penekanan pada cara peserta didik dapat belajar dengan menggunakan berbagai bahan pelajaran, metode interdisipiner, penekanan pada *problem based learning*, dan *skill competency*

Pembelajaran berbasis aktivitas memungkinkan peserta didik untuk melakukan kegiatan yang mengembangkan kemampuan berpikir dan bertindak. Berikut beberapa keuntungan pembelajaran berbasis aktivitas dalam pembelajaran IPA.

1. Meningkatkan perhatian dan memotivasi belajar peserta didik untuk memberikan respons positif terhadap pembelajaran yang sudah dirancang guru.
2. Mengarahkan kemampuan sesuai dengan bakat dan minat belajar peserta didik.
3. Memberikan kesempatan untuk belajar mandiri.
4. Mengarahkan belajar kooperatif.
5. Mendorong peserta didik untuk memberikan respons terhadap belajarnya sendiri.
6. Mengarahkan peserta didik untuk aktif secara fisik dan mental.

Berdasarkan karakteristik pembelajaran berbasis aktivitas, pelaksanaan Kurikulum 2013 harus diwujudkan di kelas karena dasar hukumnya sudah jelas yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013 tentang Standar Nasional Pendidikan, Permendikbud RI Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses, dan Permendikbud RI Nomor 103 Tahun 2014 tentang Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran. Permasalahannya adalah bagaimana kreativitas dan inovasi guru dalam menciptakan suasana kelas agar peserta didik belajar melalui aktivitas-aktivitas belajar yang dapat membantu mengembangkan kemampuan peserta didik?

Ada banyak cara untuk mengajak peserta didik belajar aktif di antaranya penggunaan model atau strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi ajar. Berdasarkan teori belajar dan pembelajaran, ada banyak model pembelajaran yang dapat digunakan untuk membelajarkan materi IPA. Pada bagian umum buku guru kelas IX ini akan membahas beberapa model pembelajaran yang didasarkan pada pembelajaran berbasis aktivitas. Model pembelajaran tersebut adalah *Group Investigation*, *Discovery Learning*, dan *Creative Problem Solving*. Model pembelajaran berbasis aktivitas lainnya yang dapat digunakan untuk membelajarkan IPA dapat dipelajari pada Buku Guru IPA Kelas VIII SMP.

D. Ragam Pembelajaran Berbasis Aktivitas pada Pembelajaran IPA

Ada banyak ragam pembelajaran berbasis aktivitas yang dapat digunakan pada pembelajaran IPA, antara lain pembelajaran kooperatif *group investigation, discovery learning, creative problem solving, inquiry learning cycle*, *project based learning*, dan *problem based learning*. Pada bagian ini akan dipaparkan tiga ragam pembelajaran pertama dari beberapa ragam yang telah disebutkan sebelumnya.

1. Kooperatif *Group Investigation (GI)*

a. Pembelajaran Kooperatif *Group Investigation*

Group Investigation (investigasi kelompok) pertama kali dikembangkan oleh Herbert Thelen, kemudian diperluas dan dikembangkan oleh Sharan dkk dari Universitas Tel Aviv. Kemunculan pembelajaran *Group Investigation* (GI) ini diilhami oleh model yang berlaku di masyarakat, terutama mengenai cara masyarakat melakukan proses mekanisme sosial melalui serangkaian kesepakatan sosial. Melalui kesepakatan-kesepakatan inilah peserta didik mempelajari pengetahuan akademis dan melibatkan diri dalam pemecahan masalah (Sukamto dan Udin, 1997:105).

Menurut Eggen dan Kauchak (1996:305) GI merupakan salah satu pembelajaran kooperatif yang menempatkan peserta didik ke dalam kelompok-kelompok secara heterogen untuk melakukan investigasi terhadap suatu topik. Peserta didik dilibatkan sejak perencanaan, baik dalam menentukan topik maupun cara untuk mempelajarinya melalui investigasi. Pada pembelajaran dengan kooperatif GI menekankan pada partisipasi dan aktivitas peserta didik untuk mencari sendiri materi (informasi) pelajaran yang akan dipelajari melalui bahan-bahan yang tersedia, misalnya dari buku pelajaran atau dari sumber belajar lain.

Zingaro (2008) menyatakan bahwa pembelajaran kooperatif GI mencakup empat komponen penting yaitu; investigasi, interaksi, interpretasi, dan motivasi intrinsik. Investigasi mengacu pada kenyataan bahwa setiap kelompok fokus pada proses bertanya tentang topik yang dipilih dan penyelidikan yang akan dilakukan. Interaksi merupakan ciri dari semua metode pembelajaran kooperatif, yang diperlukan bagi peserta didik untuk mengeksplorasi ide-ide dan saling membantu dalam belajar. Interpretasi terjadi ketika kelompok mensintesis dan menguraikan temuan dari setiap anggota dalam rangka meningkatkan pemahaman dan kejelasan ide. Motivasi intrinsik berarti bahwa setiap anggota kelompok akan berusaha untuk memberikan kontribusi kepada kelompoknya.

Pengembangan pembelajaran kooperatif GI didasarkan pada tiga komponen utama, yaitu penyelidikan (*inquiry*), pengetahuan (*knowledge*), dan dinamika belajar kelompok (*the dynamic of the learning group*) (Sukamto dan Udin, 1997:105-106). Komponen *inquiry*, adalah proses yang mendorong peserta didik memecahkan suatu masalah dengan menggunakan prosedur dan persyaratan yang tertentu. Masalah yang diteliti itu dapat berasal dari peserta didik itu sendiri atau dari guru. Komponen pengetahuan adalah pengalaman yang diperoleh peserta didik melalui dan dari pengalaman baik langsung maupun tidak langsung. Komponen dinamika belajar dalam kelompok menunjuk pada suasana yang menggambarkan sekelompok individu yang saling berinteraksi mengenai sesuatu yang sengaja dilihat atau dikaji bersama. Dalam interaksi ini terdapat proses saling berargumentasi.

Guru yang menggunakan pembelajaran kooperatif GI, paling sedikit memiliki tiga tujuan yang saling berkaitan antara lain: 1) investigasi kelompok membantu peserta didik untuk menginvestigasi terhadap suatu topik secara sistematik dan analitik, hal ini berakibat pada pengembangan keterampilan penemuan dan membantu untuk mencapai tujuan, 2) pemahaman yang mendalam terhadap topik yang diberikan, 3) dalam investigasi kelompok peserta didik belajar cara bekerja secara kooperatif dalam memecahkan masalah, belajar untuk bekerja sama merupakan keterampilan hidup (*life skill*) yang berharga dalam hidup bermasyarakat. Jadi, guru dalam menerapkan model investigasi kelompok dapat mencapai tiga hal, yaitu, belajar dengan penemuan, belajar isi, dan belajar untuk bekerja secara kooperatif.

Menurut Sharan dan Sharan (1989), Slavin (2010), kegiatan investigasi kelompok meliputi kegiatan peserta didik bekerja melalui enam tahapan yaitu 1) mengidentifikasi topik dan mengatur murid ke dalam kelompok, 2) merencanakan tugas atau investigasi yang akan dipelajari, 3) melaksanakan investigasi, 4) menyiapkan laporan akhir, 5) mempresentasikan laporan akhir, dan 6) evaluasi. Pada tahap mengidentifikasi topik guru mempresentasikan topik besar pada seluruh peserta didik di kelas dan topik dapat dipecah sesuai dengan kurikulum atau keinginan peserta didik atau juga sesuai dengan isu-isu terkini. Selanjutnya, peserta didik menyeleksi atau memilih beberapa subtopik yang dilakukan melalui perencanaan bersama. Kemudian, judul dari setiap subtopik dipresentasikan di depan kelas dan peserta didik bergabung dalam kelompok yang sesuai dengan subtopik yang dipilih. Pada tahap merencanakan investigasi, setiap kelompok memformulasikan masalah yang dapat diteliti dan merencanakan kerja, menentukan aspek-aspek yang akan diinvestigasi, menyiapkan cara menginvestigasi, dan sumber-sumber yang diperlukan untuk investigasi.

Selanjutnya, pada tahap investigasi, setiap kelompok mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, menganalisis dan mengevaluasi data, serta menyimpulkan dan mengaplikasikan pengetahuan yang baru diperoleh untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Kegiatan menganalisis dan mengevaluasi proses penyelidikan dalam sintaks GI mampu memberdayakan keterampilan berpikir peserta didik karena melalui kegiatan evaluasi peserta didik akan dapat memahami hal-hal yang telah mereka ketahui dan yang tidak diketahui, serta cara-cara mempelajarinya sehingga dapat memicu pemahaman lebih lanjut. Menurut Feldman (2010) tindakan untuk mengevaluasi, masalah atau argumen, dan memilih pola investigasi yang dapat menghasilkan jawaban terbaik merupakan cakupan dari berpikir kritis.

Kooperatif GI digunakan untuk melatih berbagai kemampuan peserta didik agar memiliki kemampuan seperti; sintesis, analisis, dan mengumpulkan informasi atau data untuk melatih kecakapan berpikir tingkat tinggi dalam proses pembelajaran. Kooperatif GI ini menuntut para peserta didik untuk memiliki kemampuan yang baik dalam berkomunikasi maupun dalam keterampilan proses kelompok. Slavin (2010) menyatakan bahwa tugas-tugas yang diberikan kepada peserta didik dapat membantu memperluas dan memperbaiki pengetahuan peserta didik sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi bermakna. Tugas-tugas penyelidikan, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan akan lebih baik dan efisien bila dilakukan oleh kelompok kooperatif dibanding dilakukan secara individual.

Slavin (2010) mengemukakan hal penting untuk melakukan pembelajaran dengan GI adalah sebagai berikut.

1) Membutuhkan Kemampuan Kelompok

   Di dalam mengerjakan setiap tugas, setiap anggota kelompok harus mendapat kesempatan memberikan kontribusi. Dalam penyelidikan,

peserta didik dapat mencari informasi dari berbagai informasi dari dalam maupun di luar kelas. Kemudian, peserta didik mengumpulkan informasi yang diberikan dari setiap anggota untuk mengerjakan lembar kerja.

2) Rencana Kooperatif

   Peserta didik bersama-sama menyelidiki masalah mereka, sumber mana yang mereka butuhkan, siapa yang melakukan apa, dan bagaimana mereka akan mempresentasikan proyek mereka di dalam kelas.

3) Peran Guru

   Guru menyediakan sumber dan fasilitator. Guru memutar di antara kelompok-kelompok, memperhatikan dan membantu peserta didik mengatur pekerjaan, jika peserta didik menemukan kesulitan dalam interaksi kelompok.

b. Prosedur Pembelajaran dengan GI

Tahapan-tahapan pembelajaran yang menggunakan GI untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.3 (Slavin, 1995).

Tabel 2.3 Tahapan Pembelajaran Kooperatif dengan *Group Investigation*

Tahapan GI	Kegiatan Pembelajaran
Tahap I Mengidentifikasi topik dan membagi peserta didik ke dalam kelompok	Guru memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk memberi kontribusi mengenai hal-hal yang akan mereka selidiki. Kelompok dibentuk berdasarkan heterogenitas.
Tahap II Merencanakan tugas	Ketua kelompok akan membagi subtopik kepada seluruh anggota, membuat perencanaan dari masalah yang akan diteliti, bagaimana proses dan sumber apa yang akan dipakai.
Tahap III Membuat penyelidikan	Peserta didik mengumpulkan, menganalisis dan mengevaluasi informasi, membuat kesimpulan dan mengaplikasikan bagian mereka ke dalam pengetahuan baru untuk mencari solusi masalah dalam kelompok.
Tahap IV Mempersiapkan tugas akhir	Setiap kelompok mempersiapkan tugas akhir yang dipresentasikan di depan kelas.
Tahap V Mempresentasikan tugas akhir	Peserta didik mempresentasikan hasil kerjanya dan kelompok lain tetap mengikuti.
Tahap VI Evaluasi	Soal ulangan mencakup seluruh topik yang telah diselidiki dan dipresentasikan.

c. Contoh Implementasi Pembelajaran dengan *Group Investigation*

Contoh pembelajaran dengan menggunakan *Group Investigation* ini diambil dari materi yang akan dipelajari peserta didik pada bab Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan bagian Siklus Hidup Tumbuhan. Tiap-tiap kelompok tumbuhan seperti Angiospermae, Gymnospermae, paku, dan lumut mempunyai siklus hidup yang berbeda. Pada kegiatan pembelajaran ini peserta didik secara berkelompok diarahkan untuk melakukan investigasi tentang siklus hidup tumbuhan. Berikut ini akan dipaparkan secara rinci kegiatan pembelajaran dengan menggunakan GI pada materi siklus hidup tumbuhan.

Tabel 2.4 Langkah-langkah Pembelajaran Kooperatif dengan *Group Investigation* pada Materi Siklus Hidup Tumbuhan

Tahapan GI	Kegiatan Pembelajaran
Tahap I Mengidentifikasi topik dan membagi peserta didik ke dalam kelompok	▪ Pembelajaran ini diawali dengan guru menanyakan pada peserta didik tentang beberapa kelompok tumbuhan yang dikenal. Guru mengarahkan bahwa ada empat kelompok besar tumbuhan yaitu *Angiospermae, Gymnospermae*, paku, dan lumut; tiap-tiap kelompok mempunyai siklus hidup. Guru menentukan ada 4 topik yang akan diinvestigasi yaitu siklus hidup: 1) *Angiospermae*,2) *Gymnospermae*, 3) paku, dan 4) lumut. Peserta didik dikelompokkan ke dalam 8 kelompok, dengan anggota 4-5 orang. Selanjutnya, kelompok memilih salah satu topik yang akan diinvestigasi, misal: kelompok 1 dan 2: siklus *Angiospermae*; kelompok 3 dan 4: siklus hidup *Gymnospermae*; kelompok 5 dan 6: siklus hidup paku; dan kelompok 7 dan 8: siklus hidup lumut.
Tahap II Merencanakan tugas	▪ Kelompok menyusun rumusan masalah dan tujuan sesuai dengan topik. Selanjutnya, guru membimbing kelompok membuat perencanaan dari masalah yang akan diinvestigasi dan mengkaji literatur sesuai dengan topiknya yaitu tentang siklus hidup tumbuhan, bagaimana proses, dan sumber apa yang akan dipakai.
Tahap III Membuat penyelidikan	▪ Tiap-tiap kelompok menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pengamatan (investigasi) siklus hidup tumbuhan. ▪ Tiap-tiap kelompok melaksanakan investigasi atau pengamatan yang telah direncanakan. ▪ Tiap-tiap kelompok mengumpulkan, menganalisis, dan mengkaji literatur, serta membuat kesimpulan dan mengaplikasikan bagian mereka ke dalam pengetahuan baru dalam mencapai solusi masalah kelompok.

Tahapan GI	Kegiatan Pembelajaran
Tahap IV Mempersiapkan tugas akhir	▪ Setiap kelompok mempersiapkan laporan hasil investigasi siklus hidup tumbuhan yang akan dipresentasikan di depan kelas.
Tahap V Mempresentasikan tugas akhir	▪ Peserta didik mempresentasikan hasil kerjanya. Kelompok lain tetap mengikuti.
Tahap VI Evaluasi	▪ Soal ulangan mencakup seluruh topik siklus hidup tumbuhan (*Angiospermae, Gymnospermae*, paku, dan lumut) yang telah diselidiki dan dipresentasikan.

2. *Discovery Learning*

a. Pembelajaran dengan *Discovery Learning*

Pembelajaran dengan *discovery learning* merupakan salah satu pembelajaran yang direkomendasikan Kurikulum 2013 untuk digunakan guru dalam pelaksanaan pembelajaran IPA. *Discovery learning* telah dikenal sejak lama karena memiliki karakteristik yang membedakannya dengan pembelajaran lain dan kelebihannya untuk membelajarkan peserta didik.

Pembelajaran dengan *discovery learning* pertama kali dikemukakan oleh Jerome Bruner pada tahun 1960-an. Bruner menyatakan bahwa dalam pembelajaran terjadi suatu proses penemuan (*discovery*), refleksi, berpikir, melakukan eksperimen, dan eksplorasi. Seiring dengan pemikiran itu, Bruner menyadari bahwa tujuan pendidikan IPA adalah perkembangan intelektual sehingga dalam IPA harus membantu perkembangan keterampilan pemecahan masalah melalui penemuan. *Discovery learning* mendorong peserta didik untuk secara aktif menggunakan intuisi, imajinasi, dan kerativitasnya (Castronova, 2000).

Discovery learning merupakan salah pembelajaran berbasis inkuiri dan menggunakan teori belajar konstruktivistik, dalam hal ini peserta didik membangun pengetahuan dari pengetahuan awalnya dan melalui pengalaman aktif. Pada pembelajaran *discovery learning* peserta didik dihadapkan pada permasalahan, selanjutnya peserta didik menggunakan pengetahuan dan pengalaman yang sudah diketahui sebelumnya untuk menemukan fakta dan pengetahuan baru. Peserta didik berinteraksi dengan lingkungan mengeksplorasi dan memanipulasi objek, mengajukan pertanyaan, atau melakukan eksperimen.

Discovery learning juga merupakan metode yang dapat mendorong peserta didik untuk menarik kesimpulan berdasarkan aktivitas dan hasil observasinya. Aktivitas dalam *discovery learning* pada pembelajaran IPA sangat penting untuk pembelajaran bermakna dan belajar sepanjang hayat.

Aktivitas pada pembelajaran IPA meningkatkan keingintahuan peserta didik dan mengarahkan peserta didik untuk menyelidiki hal-hal yang menjadi fokus utama mereka serta merasakan fenomena alami dari aspek yang berbeda. Aktivitas seperti ini akan membantu membenarkan kesalahan konsep peserta didik (Balım, 2009).

Pembelajaran *discovery learning* berbeda dengan pembelajaran klasikal yang biasanya pasif dan berpusat pada guru. Selain itu, *discovery learning* memiliki perbedaan dengan pembelajaran klasikal. Perbedaan tersebut meliputi berikut ini.

1) Cara belajar lebih aktif. Peserta didik diajak untuk melakukan *hands-on activity* berdasarkan masalah-masalah nyata yang membutuhkan solusi. Hal ini didasarkan pada pengertian belajar yang tidak hanya didefinisikan sebagai upaya menyerap dengan mudah pengetahuan yang guru informasikan atau pengetahuan yang peserta didik baca, tetapi pencarian pengetahuan baru secara aktif.
2) Berorientasi pada proses belajar. Fokus pada *discovery learning* adalah belajar tentang cara menganalisis atau menginterpretasi informasi untuk memahami pengetahuan yang telah dipelajari daripada hanya memberikan jawaban yang benar dari yang diingat. *Discovery learning* mendorong peserta didik untuk mendapat tingkat pemahaman yang lebih mendalam.
3) Kegagalan dalam belajar merupakan proses penting dalam belajar. Kegagalan dalam belajar dianggap sebagai suatu kondisi yang positif. *Discovery learning* tidak menekan peserta didik untuk selalu mendapatkan jawaban yang benar karena secara psikologi kognitif, kegagalan merupakan pusat untuk belajar. Melalui kegagalan peserta didik dapat belajar sesuatu yang baru.
4) Memerlukan umpan balik. Pengetahuan yang diperoleh peserta didik akan dapat lebih dipahami dan bertahan lebih lama melalui kegiatan diskusi dengan peserta didik lainnya. Hal ini sangat berbeda dengan pembelajaran tradisional yang biasanya mengharapkan peserta didik untuk diam dan tenang di dalam kelas.
5) Pengetahuan yang diperoleh lebih dalam dan lama diingat. Seorang peserta didik akan mendalami suatu konsep melalui cara yang alami. *Discovery learning* dikembangkan sesuai dengan cara alami manusia dalam mencari pengetahuan, yakni dengan mendorong rasa ingin tahu peserta didik.

Discovery learning merujuk pada pendekatan yang berpusat pada peserta didik dalam hal ini peserta didik menemukan pengetahuan baru melalui pembelajaran aktif dan pengalaman melalui kegiatan laboratorium. Peserta didik membangun pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Jenis belajar ini menunjukkan bahwa belajar berorientasi pada proses. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bruner yang menyatakan bahwa "*practice in discovering for oneself teaches one to acquire information in a way that makes that information more readily viable in problem solving*".

Discovery learning memiliki karakteristik utama seperti yang dikemukakan Bicknell-Holmes and Hoffman (2000) sebagai berikut.

1) Mengeksplorasi dan memecahkan masalah untuk mengkreasi, memadukan, dan menggeneralisasi pengetahuan. Karakteristik ini sangat penting dalam *discovery learning*. Melalui kegiatan mengeksplorasi dan memecahkan masalah, peserta didik berperan aktif untuk menciptakan, memadukan, dan menggeneralisasi pengetahuan. Pada *discovery learning*, peserta didik tidak pasif menerima informasi melalui ceramah atau latihan saja. Peserta didik melakukan aplikasi belajar yang lebih luas melalui kegiatan belajar yang mungkin saja gagal, pemecahan masalah dan pengujian laboratorium (Bicknell-Holmes and Hoffman, 2000). Dalam hal ini guru berperan sebagai fasilitator yang memfasilitasi dan mengarahkan belajar peserta didik.
2) Memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan aktivitas berdasarkan minat belajarnya. Melalui *discovery learning*, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan dan meningkatkan motivasi belajar karena *discovery learning* cukup fleksibel sehingga peserta didik menikmati fase-fase belajar.
3) Melakukan aktivitas yang mendorong peserta didik memadukan pengetahuan baru ke dalam pengetahuan yang dimiliki peserta didik. Karakteristik ini didasarkan pada prinsip penggunaan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya untuk membangun pengetahuan baru.

Dalam menerapkan *discovery learning*, guru berperan sebagai pembimbing dengan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara aktif (Sardiman, 2005:145). Guru harus memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menjadi seorang *problem solver* atau ilmuwan kecil. Melalui *discovery learning*, peserta didik menemukan jati diri sendiri dan mempelajari konsep dalam bahasa yang dimengerti mereka. Dengan demikian, guru yang menerapkan *discovery learning* dapat menempatkan peserta didik pada kesempatan-kesempatan dalam belajar yang lebih mandiri. Bruner mengatakan bahwa proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan, atau pemahaman melalui contoh-contoh yang dijumpainya dalam kehidupannya (Budiningsih, 2005:41).

Pembelajaran dengan *discovery learning* direkomendasikan untuk digunakan guru dalam pembelajaran IPA didasarkan beberapa fakta dan hasil penelitian yang menunjukkan kelebihan *discovery learning*. Berikut beberapa kelebihan *discovery learning* yang menjadi pertimbangan untuk digunakannya dalam pembelajaran IPA.

1) Membantu peserta didik untuk memperbaiki dan meningkatkan keterampilan-keterampilan dan proses-proses kognitif. Usaha penemuan merupakan kunci dalam proses ini, seseorang tergantung pada cara belajarnya.
2) Pengetahuan yang diperoleh peserta didik relatif mudah diingat karena didasarkan pada pengalaman belajar yang disukai
3) Menimbulkan rasa senang pada peserta didik karena tumbuhnya rasa ingin tahu untuk menyelidiki dan memperoleh keberhasilan
4) Memungkinkan peserta didik berkembang dengan cepat dan sesuai dengan kecepatan belajarnya sendiri.
5) Mengarahkan kegiatan belajar peserta didik secara mandiri dengan melibatkan kemampuan berpikir dan motivasi belajarnya.
6) Membantu peserta didik memperkuat konsep dirinya, karena memperoleh kepercayaan bekerja sama dengan yang lainnya.
7) Berpusat pada peserta didik dan guru berperan sama-sama aktif mengeluarkan gagasan-gagasan. Bahkan guru pun dapat bertindak sebagai peserta didik dan sebagai peneliti di dalam situasi diskusi.
8) Membantu peserta didik menghilangkan skeptisme (keragu-raguan) karena mengarah pada kebenaran yang final dan tertentu atau pasti.
9) Meningkatkan tingkat penghargaan pada peserta didik.
10) Mengembangkan bakat dan minat peserta didik dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar.

b. Prosedur Pembelajaran dengan *Discovery Learning*

Discovery learning merupakan pembelajaran yang mengutamakan bimbingan dan motivasi peserta didik untuk mengeksplorasi informasi dan konsep, membangun pengetahuan baru, dan menerapkan pengetahuan baru dalam konteks kehidupan sehari-hari. Melalui *discovery learning*, guru dapat membelajarkan peserta didik dengan lebih cepat dan mencapai level kemampuan berpikir tingkat tinggi jika dibanding pembelajaran konvensional yang mengutamakan metode ceramah.

Rancangan pembelajaran dengan *discovery learning* memberikan pengalaman belajar yang lebih tinggi dan interaktif, menggunakan cerita, permainan, simulasi, peta visual dan teknik lainnya untuk menarik perhatian dan rasa ingin tahu peserta didik, dan mengarahkan peserta didik pada proses penemuan dengan cara berpikir, tindakan dan perilaku baru. Peserta didik tidak hanya dilibatkan dalam pembelajaran, tetapi peserta didik juga lebih lama mengingat materi yang dipelajari.

Beberapa sumber menyatakan bahwa *discovery learning* digambarkan sebagai "*learning by doing*". *Discovery learning* mengajak peserta didik pada situasi yang mengajak peserta didik untuk menggunakan pengetahuan dan pengalaman lama untuk memecahkan masalah yang diberikan. *Discovery learning* juga merupakan pembelajaran berbasis inkuiri yang mendorong peserta didik untuk menemukan pengetahuan baru dengan eksplorasi, eksperimen dan serangkaian kegiatan lainnya yang menantang.

Langkah-langkah pembelajaran dengan *discovery learning* tidak terikat pada prosedur tertentu, tetapi bersumber pada beberapa literatur. Berikut beberapa langkah yang sering digunakan sebagai prosedur *discovery learning*.

1) *Stimulation* (Stimulasi/Pemberian Rangsangan)

   Pertama-tama pada tahap ini peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungan, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi jawaban agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi materi ajar. Dalam hal ini, Bruner memberikan stimulasi dengan menggunakan teknik bertanya yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mendorong peserta didik melakukan eksplorasi. Dengan demikian, seorang guru harus menguasai teknik-teknik bertanya atau stimulus kepada peserta didik agar tujuan mengaktifkan peserta didik untuk mengeksplorasi dapat tercapai.

2) *Problem Statement* (Identifikasi Masalah)

   Pada langkah ini guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah) (Syah, 2004:244). Berdasarkan permasalahan yang dipilih, peserta didik merumuskan pertanyaan atau hipotesis, yakni pernyataan sebagai jawaban sementara atas pertanyaan yang diajukan.

3) *Data Collection* (Pengumpulan Data)

   Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis (Syah, 2004:244). Tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis. Dengan demikian, peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (*collection*) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan

nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah peserta didik belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi. Dengan demikian, secara tidak disengaja peserta didik menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

4) *Data Processing* (Pengolahan Data)

Menurut Syah (2004:244), pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan. Semua informasi hasil bacaan, wawancara, observasi, dan sebagainya, semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu (Djamarah, 2002:22). *Data processing* disebut juga dengan pengodean/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Berdasarkan generalisasi tersebut peserta didik akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/ penyelesaian masalah yang perlu mendapat pembuktian secara logis.

5) *Verification* (Pembuktian)

Pada tahap ini peserta didik melakukan penyelidikan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil *data processing* (Syah, 2004:244). *Verification*, menurut Bruner, bertujuan agar proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya. Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

6) *Generalization* (Menarik Kesimpulan/Generalisasi)

Tahap generalisasi/menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil verifikasi, peserta didik merumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan, peserta didik harus memperhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.

c. Contoh Implementasi Pembelajaran dengan *Discovery Learning*

Contoh pembelajaran dengan menggunakan *Discovery Learning* ini diambil dari materi yang akan dipelajari peserta didik pada bab Kependudukan dan Lingkungan bagian Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan. Peserta didik dihadapkan pada situasi yang menyebabkan terjadinya konflik kognitif pada diri peserta didik, sehingga terdorong untuk menemukan jawabannya. Berikut ini akan dipaparkan secara rinci kegiatan pembelajaran dengan menggunakan *Discovery Learning* pada materi Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan.

Tabel 2.5 Langkah-langkah Pembelajaran *Discovery Learning* pada Materi Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan

Tahapan	Deskripsi Kegiatan
Tahap Stimulasi dan Identifikasi Masalah	▪ Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan saat itu, yaitu peserta didik akan belajar dengan *discovery learning*. ▪ Peserta didik dihadapkan pada konflik kognitif, misalnya (1) gambar aktivitas penduduk di sungai yang kotor dan sungai yang bersih; (2) pemukiman yang dekat dengan timbunan sampah dan pemukiman yang bersih dan sehat; atau gambar perkotaan yang penuh dengan gedung pencakar langit dan pedesaan yang asri. ▪ Peserta didik dikelompokkan menjadi 6 kelompok, setiap kelompok beranggotakan 5-6 orang. Kelompok 1 dan 2 mempelajari dampak pertumbuhan penduduk terhadap ketersediaan air bersih; kelompok 3 dan 4 mempelajari dampak pertumbuhan penduduk terhadap pencemaran lingkungan; kelompok 5 dan 6 mempelajari dampak pertumbuhan penduduk terhadap ketersediaan ruang. ▪ Setiap kelompok ditugaskan untuk merumuskan masalah dan menyusun hipotesis sesuai dengan topik yang dipelajari.
Tahap Pengumpulan Data	▪ Peserta didik ditugaskan menemukan data atau informasi melalui berbagai sumber yang mendukung dan tidak mendukung dampak pertumbuhan penduduk terhadap berkurangnya ketersediaan air bersih, meningkatnya pencemaran lingkungan, dan berkurangnya ketersediaan ruang.
Tahap Pengolahan Data dan Pembuktian	▪ Peserta didik melakukan penyelidikan untuk membuktikan benar tidaknya hipotesis yang ditetapkan (melakukan aktivitas 3.2, 3.3, dan 3.4). Data atau informasi yang diperoleh melalui berbagai sumber tadi dihubungkan dengan data aktivitas 3.2, 3.3, dan 3.4.

Tahapan	Deskripsi Kegiatan
Menarik Kesimpulan/ Generalisasi	▪ Berdasarkan data atau informasi dari berbagai sumber dan data aktivitas (3.2, 3.3, dan 3.4), peserta didik melakukan generalisasi atau simpulan. ▪ Peserta didik menyiapkan laporan untuk dipresentasikan di depan kelas. ▪ Guru melakukan klarifikasi hasil diskusi kelas.

3. Pembelajaran *Creative Problem Solving*

Tuntutan untuk menjadikan peserta didik mampu menemukan dan memecahkan masalah dengan baik telah menjadi tema sentral dalam pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA hendaknya memuat pemecahan masalah sebagai bagian utama semua aspek aktivitasnya. Guru hendaknya mengajak peserta didik untuk menemukan masalah dan mencari alternatif pemecahan masalah kepada peserta didik tentang masalah-masalah yang "kaya", masalah yang terkait dengan kehidupan sehari-hari, dan masalah yang menantang kreativitas peserta didik.

Masalah yang menantang kreativitas peserta didik membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang di antaranya kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan pemecahan masalah (*problem solving skills*) merupakan proses mental yang mencakup tindakan yang menemukan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah (Cherry, 2011). Pemecahan masalah juga merupakan pendekatan prosedural atau analitik yang mengutamakan pengembangan kemampuan berpikir (Santrock, 2005).

Salah satu tujuan pemecahan masalah adalah menghilangkan penghalang dan menemukan solusi yang terbaik. Pemecahan masalah bukan merupakan topik tersendiri, melainkan menyatu dalam proses pembelajaran. Pemecahan masalah merupakan cara efektif untuk mengeksplorasi ide-ide baru. Menurut Funke (2001), pada awal 1900-an, pemecahan masalah dipandang sebagai aktivitas yang bersifat mekanistis, sistematis, dan sering diasosiaskan dengan suatu konsep yang abstrak. Dalam konteks ini, masalah yang diselesaikan adalah masalah yang bersifat terbuka dan diperoleh melalui proses yang melibatkan berbagai cara atau metode. Aspek pemecahan masalah inilah yang melatarbelakangi pembelajaran *Creative Problem Solving*. Bagian ini akan membahas pengertian, alasan penggunaan, prosedur dan contoh pembelajaran dan penilaian pembelajaran dengan *Creative Problem Solving*.

a. *Creative Problem Solving* (CPS)

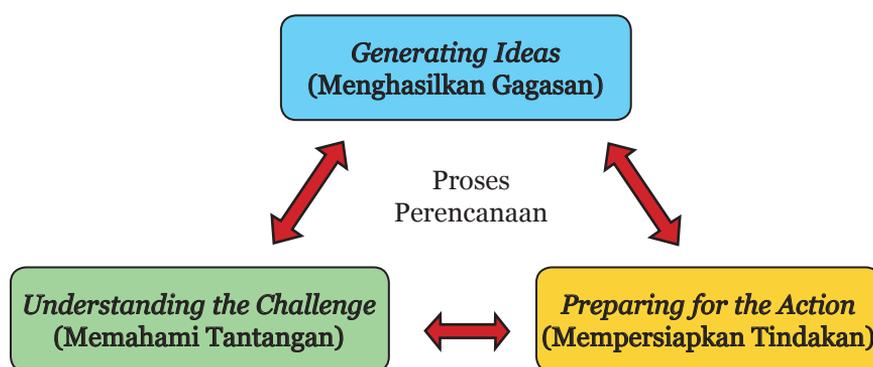
Menurut teori belajar kognitif, pemecahan masalah dipandang sebagai aktivitas mental yang melibatkan keterampilan kognitif kompleks. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Kirkley (2003) yang menyatakan bahwa

pemecahan masalah melibatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti visualisasi, asosiasi, abstraksi, manipulasi, penalaran, analisis, sintesis, dan generalisasi. Pemecahan masalah adalah proses yang melibatkan penggunaan langkah-langkah tertentu (heuristik), yang sering disebut sebagai model atau langkah-langkah pemecahan masalah, untuk menemukan solusi suatu masalah (Nakin, 2003). Pemecahan masalah juga merupakan proses mensintesis berbagai konsep, aturan, atau rumus untuk memecahkan masalah Gagne (Kirkley, 2003). Pengertian pemecahan masalah ini mengindikasikan bahwa diperolehnya solusi suatu masalah menjadi syarat bagi proses pemecahan masalah. Hal ini berbeda dengan pendapat Brownell (McIntosh, 2000) yang menyatakan bahwa suatu masalah belum dikatakan telah diselesaikan hanya karena telah diperolehnya solusi dari masalah itu. Menurutnya, suatu masalah baru benar-benar dikatakan telah diselesaikan jika individu telah memahami hal-hal yang ia kerjakan, yakni proses pemecahan masalah dan mengetahui alasan bahwa solusi yang telah diperoleh tersebut sesuai.

Dalam konteks pembelajaran IPA, pemecahan masalah difungsikan sebagai tahap mengelaborasi suatu konsep. Peserta didik diberi kesempatan untuk menerapkan prinsip-prinsip atau pengetahuan IPA ke dalam situasi masalah nyata. Dengan kata lain, peserta didik belajar IPA melalui aktivitas pemecahan masalah. Masalah difungsikan sebagai pemicu bagi peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya.

Menurut McIntosh (2000), pemecahan masalah mempunyai berbagai peran, yaitu 1) pemecahan masalah sebagai konteks (*problem solving as a context*), yakni memfungsikan masalah untuk memotivasi peserta didik belajar IPA, 2) pemecahan masalah sebagai keterampilan (*problem solving as a skill*) yang merujuk pada kemampuan kognitif peserta didik dalam menyelesaikan suatu masalah, dan 3) pemecahan masalah sebagai seni (*problem solving as an art*), yakni memandang pemecahan masalah sebagai seni menemukan (*art of discovery*). Tujuan pembelajaran pemecahan masalah IPA adalah mengembangkan kemampuan untuk menjadi cakap dan antusias dalam memecahkan masalah, serta menjadi pemikir yang independen yang mampu menyelesaikan masalah terbuka (*open ended problem*).

Pemecahan masalah yang melibatkan proses kreatif disebut pemecahan masalah kreatif (*Creative Problem Solving*). *Creative Problem Solving* pertama kali diperkenalkan oleh Alex Osborne sehingga *Creative Problem Solving* ini dikenal juga dengan nama *The Osborne-Parnes Creativity Problem Solving Models*. Sementara itu, menurut Treffinger (2005) model *Creative Problem Solving* disebut sebagai model konseptual, dengan tiga komponen proses, yaitu 1) memahami tantangan; 2) menghasilkan gagasan; dan 3) menyiapkan tindakan. Komponen-komponen proses tersebut terdiri atas enam tahap yang menekankan adanya keseimbangan dalam menggunakan

kemampuan berpikir kreatif dan kritis. Tiga komponen utama dalam CPS yang saling berkaitan (membentuk siklus), dapat dilihat pada Gambar 2.2. Komponen memahami tantangan merupakan suatu upaya sistematis untuk menegaskan, membangun atau berfokus pada suatu usaha pemecahan masalah. Komponen proses kedua yakni menghasilkan gagasan merupakan suatu tahap menghasilkan banyak pilihan yang bervariasi dan tidak biasa sebagai respons terhadap masalah yang ada. Komponen proses ketiga adalah menyiapkan tindakan, yakni suatu tahap untuk membuat keputusan dan mengembangkannya atau untuk memperkuat alternatif solusi yang telah dipilih, dan untuk merencanakan keberhasilan implementasi aksi.

Sumber: Treffiinger dan Isaksen., 2005a

Gambar 2.2 Komponen CPS

Pada Gambar 2.2 terdapat tiga komponen CPS yang semuanya bermula dari adanya proses merencanakan dan saling berkaitan satu sama lain. Proses merencanakan ini meliputi proses memahami tantangan, kemudian dilanjutkan dengan menghasilkan ide agar dapat mempersiapkan rencana tindakan yang akan diambil untuk memecahkan masalah. Cassalia (2010) menyebutkan kelebihan model pembelajaran Creative *Problem Solving* "*Through the Creative Problem Solving model the students gained a deep understanding of basic economic principles while solving a real-world problem. This model allowed the students to grapple with difficult subject matter in a friendly and challenging manner*". Model pembelajaran *Creative Problem Solving* dapat meningkatkan pemahaman peserta didik, melatih peserta didik dalam memecahkan masalah kehidupan, serta memungkinkan peserta didik untuk terbiasa berhubungan dengan materi pelajaran yang sulit dan menantang. Kelebihan dari pembelajaran ini menurut Treffinger (2005) adalah 1) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami konsep-konsep fisika dengan cara menyelesaikan suatu permasalahan, 2) membuat peserta didik aktif dalam pembelajaran, 3) mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, karena disajikan masalah pada awal pembelajaran dan memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk mencari arah-arah penyelesaiannya, 4) mengembangkan kemampuan peserta

didik untuk mendefinisikan masalah, mengumpulkan data, menganalisis data, serta membangun hipotesis dan percobaan, dan 5) membuat peserta didik dapat menerapkan pengetahuan yang sudah dimilikinya ke dalam situasi baru.

Pembelajaran CPS berakar pada pengembangan kreativitas. Kreativitas peserta didik dibangun melalui *brainstorming* yang menekankan siklus proses mengulang dan melengkapi secara berkelanjutan dari *diverge-converge-diverge-converge*. Pada CPS ada beberapa tahapan yang difokuskan pada penemuan masalah (*problem-finding*), penemuan gagasan (*idea-finding*), dan penemuan tindakan (*action-finding*). Secara rinci, tahapan dalam CPS mencakup enam tahap dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Problem solving atau pemecahan masalah merupakan bagian dari CPS. CPS menurut Pepkin (2000:63) adalah pembelajaran yang menunjukkan cara untuk menemukan solusi dan merepresentasikan suatu masalah secara kreatif. Osborne dalam Rosalin (2008:58) mengatakan bahwa CPS mempunyai empat prosedur yaitu sebagai berikut.
1) Menemukan fakta, melibatkan penggambaran masalah, serta mengumpulkan dan meneliti data atau informasi yang bersangkutan.
2) Menemukan gagasan, berkaitan dengan memunculkan dan memodifikasi gagasan tentang strategi pemecahan masalah.
3) Menemukan solusi, yaitu proses evaluatif sebagai puncak pemecahan masalah.
4) Kreatif memiliki dua fase dalam pemecahan masalah menurut Von Oech (Pepkin, 2000:63), yaitu fase imajinatif (gagasan strategi pemecahan masalah diperoleh) dan fase praktis (gagasan dievaluasi dan dilaksanakan).

Proses pemecahan masalah dapat menggunakan cara seperti yang dikemukakan George Polya. Menurut Polya (Alfied, 2011) ada empat langkah yang dilakukan untuk memecahkan suatu masalah.
1) Memahami masalah (*understanding of problem*) mencakup langkah: a) mengungkap data yang belum diketahui, data yang telah diketahui, dan persyaratan yang dituntut; b) memperhitungkan kemampuan memenuhi persyaratan yang dituntut dan ketercukupan prasyarat dalam mengungkap data yang belum diketahui; c) merancang sketsa pemecahan masalah, termasuk menentukan simbol dan notasi yang sesuai, dan d) merinci dan menuliskan kembali kondisi yang ada.
2) Menyusun perencanaan (*revising a plan*) berupa langkah: a) menemukan kaitan antara data yang diketahui dengan yang tidak diketahui; b) mengingat permasalahan yang sama atau mirip dengan

masalah yang dihadapi sekarang; c) mengingat permasalahan yang terkait dan menemukan konsep yang dapat digunakan; d) bila telah menemukan permasalahan yang terkait, memanfaatkan cara yang sama untuk menyelesaikan permasalahan, dan e) mengungkap kembali permasalahan dengan kalimat sendiri.

Tabel 2.6 Tahapan dalam *Creative Problem Solving* (CPS)

Tahap (Divergen/Konvergen)	Keterangan
Mess Finding	*Understanding the Problem* D : Mencari berbagai kemungkinan untuk memecahkan masalah. K : Menentukan secara luas tujuan umum untuk memecahkan masalah.
Data Finding	D : Memeriksa beberapa detail, melihat beberapa ketidakteraturan dari beberapa sudut pandang. K : Menentukan data yang paling penting sebagai pedoman dalam menyelesaikan masalah.
Problem Finding	D : Memikirkan beberapa kemungkinan pernyataan masalah. K : Menentukan atau memilih pernyataan masalah yang spesifik.
Idea Finding	*Generating Ideas* D : Menciptakan berbagai ide yang beragam dan tidak biasa. K : Mengidentifikasi pilihan yang paling mungkin dilakukan, alternatif atau pilihan yang memiliki potensi menarik.
Solution Finding	*Planning for Action* D : Mengembangkan kriteria/standar untuk menganalisis pilihan yang mungkin dilakukan. K : Memilih kriteria dan menerapkannya untuk memilih, menguatkan, dan mendukung solusi masalah yang telah dirumuskan.
Acceptance Finding	D : Memikirkan kemungkinan sumber yang dapat membantu atau melawan kemungkinan aksi yang diimplementasikan. K : Memformulasikan rencana spesifik untuk melaksanakan aksi.

(Sumber: Isaksen, 2013)

3) Melaksanakan rencana (*carrying out the plan*). Saat pelaksanaan, hal yang perlu diperhatikan yaitu: a) memeriksa ketepatan setiap langkah yang dijalankan dan b) membuktikan ketepatan setiap langkah.
4) Memeriksa kembali (*looking back*). Langkah ini merupakan langkah terakhir berupa kegiatan: a) memeriksa ketepatan hasil dan ketepatan argumen yang telah disusun; b) mencoba menemukan prosedur yang berbeda; c) memastikan ketepatan prosedur, dan metode yang digunakan untuk permasalahan yang lain.

Creative Problem Solving didasarkan pada penyelesaian masalah, dalam hal ini peserta didik diajak menemukan dan menyelesaikan masalah. Proses penemuan dan penyelesaian masalah ini dilandasi oleh teori belajar kognitif seperti yang dikemukakan David Ausubel. Teori Ausubel yang dikenal adalah belajar bermakna (*meaningfull learning*). Makna tercipta melalui kesamaan representasi bahasa (simbol) dan konteks mental yang melibatkan dua proses belajar yaitu proses menerima dan menemukan. Proses menerima digunakan dalam proses verbal secara bermakna, proses menemukan digunakan dalam proses pembentukan konsep dan proses pemecahan masalah.

Teori lain yang mendasari CPS adalah pemikiran Bruner. Bruner mengemukakan teorinya atas dua asumsi. Pertama, perolehan pengetahuan merupakan proses interaktif, artinya orang yang belajar berinteraksi dengan lingkungannya secara aktif, perubahan terjadi pada diri individu dan lingkungannya. Kedua, seseorang mengkonstruksi pengetahuannya dengan menghubungkan informasi yang masuk dengan informasi yang telah dimilikinya.

Proses pemecahan masalah dengan menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya dengan pengetahuan yang dikonstruksi membutuhkan proses berpikir kreatif. Terdapat keterkaitan antara berpikir kreatif dan pemecahan masalah. Keterkaitan itu dapat dilihat dari beberapa definisi kemampuan berpikir kreatif. Misalnya, Hwang dkk (2007) mendefinisikan kemampuan berpikir kreatif sebagai keterampilan kognitif untuk memberikan solusi terhadap suatu masalah atau membuat sesuatu yang bermanfaat atau sesuatu yang baru dari hal yang biasa.

Menurut Shapiro (Nakin, 2003), kemampuan berpikir kreatif sebagai proses asosiasi dan sintesis berbagai konsep yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah. Menurut Krutetski (Park, 2004) memandang berpikir kreatif sebagai suatu pendekatan untuk menemukan solusi masalah dengan cara yang mudah dan fleksibel. Tampak bahwa ketiga definisi di atas memandang berpikir kreatif sebagai kemampuan pemecahan masalah. Bahkan secara lebih tegas Nakin (2003) memandang berpikir kreatif sebagai proses pemecahan masalah.

Keterkaitan lebih jelas antara berpikir kreatif dan pemecahan masalah dikemukakan Treffinger (Alexander, 2007) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif diperlukan untuk memecahkan masalah, khususnya masalah kompleks. Hal demikian dapat dipahami karena menurut Wheeler dkk. (Alexander, 2007) tanpa kemampuan berpikir kreatif, individu sulit mengembangkan kemampuan imajinatifnya sehingga kurang mampu melihat berbagai alternatif solusi masalah. Hal ini menggambarkan bahwa keterampilan berpikir kreatif memungkinkan seorang individu memandang suatu masalah dari berbagai perspektif sehingga memungkinkannya untuk menemukan solusi kreatif dari masalah yang akan diselesaikan.

Pentingnya kemampuan berpikir kreatif dalam aktivitas pemecahan masalah ditunjukkan oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Hwang dkk. (2004). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan elaborasi, yang merupakan salah satu komponen berpikir kreatif, merupakan faktor kunci yang menstimulasi peserta didik untuk mengkreasi pengetahuan mereka dalam aktivitas pemecahan masalah. Kemampuan berpikir kreatif mendukung kinerja individu dalam aktivitas pemecahan masalah.

Dalam aktivitas pemecahan masalah, kemampuan berpikir kreatif sangat berperan dalam mengidentifikasi masalah, mengeksplorasi berbagai metode, dan mengeksplorasi alternatif solusi. Berbagai alternatif metode atau solusi tersebut harus dianalisis dan dievaluasi untuk selanjutnya diimplementasikan. Solusi yang diperoleh juga perlu diverifikasi kesesuaiannya dengan masalah yang diketahui. Proses demikian merupakan karakteristik proses berpikir kritis. Dengan demikian, selain kemampuan berpikir kreatif, aktivitas keberhasilan pemecahan masalah juga mempersyaratkan kemampuan berpikir kritis. Contoh keterkaitan berpikir kreatif dan berpikir kritis dalam pembelajaran misalnya pada bab teknologi ramah lingkungan. Pada pembelajaran ini peserta didik dihadapkan pada persoalan terbatasnya ketersediaan air bersih di perkotaan. Peserta didik diminta memberi solusi dengan teknologi ramah lingkungan. Pada pembelajaran ini peserta didik melakukan proses kognitif sebagai berikut. 1) Mengidentifikasi penyebab terbatasnya air bersih, 2) Mengeksplorasi ide untuk mengatasi keterbatasan air bersih dengan menawarkan berbagai solusi teknik penjernihan air (teknik penjernihan air dengan penyaringan sederhana, teknik penjernihan air dengan tumbuhan, teknik penjernihan air dengan biji kelor), 3) Menganalisis teknik yang paling relevan untuk diimplementasikan, 4) Menentukan teknik yang penjernihan air yang akan diimplementasikan. Proses kognitif 1) dan 2) adalah berpikir kreatif dan proses kognitif 3) dan 4) adalah berpikir kritis.

Menurut Harris (1998), kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis merupakan kemampuan esensial dalam aktivitas pemecahan masalah. Bahkan lebih jauh ia menyatakan bahwa kedua kemampuan ini juga merupakan kemampuan esensial untuk sukses dalam dunia atau kehidupan kerja. Menurut Harris (1998), berpikir kritis memfokuskan pada kreasi argumen logis, mengeliminasi alternatif-alternatif yang kurang relevan, dan memfokuskan pada jawaban yang paling tepat. Sementara berpikir kreatif memfokuskan pada eksplorasi berbagai ide, memperhatikan kemungkinan-kemungkinan, menghasilkan berbagai alternatif jawaban daripada hanya memfokuskan pada satu jawaban. Berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan dua kemampuan berpikir yang saling berkaitan, melengkapi, dan saling bergantian perannya dalam aktivitas pemecahan masalah. Dalam aktivitas pemecahan masalah, kemampuan berpikir kreatif diperlukan ketika menganalisis atau mengidentifikasi masalah, memandang masalah dari berbagai perspektif, mengeksplorasi ide-ide atau metode penyelesaian masalah, dan mengidentifikasi berbagai kemungkinan solusi dari masalah tersebut. Kemampuan berpikir kritis berperan ketika menganalisis, menginterpretasikan, dan memilih di antara berbagai ide-ide tersebut yang paling sesuai atau relevan untuk selanjutnya diimplementasikan dan akhirnya mengevaluasi efektivitas solusi tersebut.

Kemampuan berpikir kreatif tidak berkembang dalam ruang hampa, tetapi memerlukan daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan tersebut menurut Isaksen (Alexander, 2007) dapat berupa konteks, tempat, situasi, iklim, atau faktor sosial. Salah satu konteks yang mendukung tumbuhnya kemampuan berpikir kreatif adalah aktivitas pemecahan masalah. Hal ini sesuai dengan pendapat McIntosh (2000) bahwa pemecahan masalah dapat dipandang atau berperan sebagai konteks. Pentingnya pemecahan masalah dalam pengembangan kemampuan berpikir kreatif juga dikemukakan Robinson (McGregor, 2001) bahwa pengembangan kemampuan berpikir kreatif memerlukan aktivitas (*doing something*). Salah satu aktivitas tersebut adalah aktivitas pemecahan masalah.

Menurut Alexander (2007), aktivitas pemecahan masalah yang dirancang dengan baik akan memberikan kesempatan bagi tumbuhnya berbagai keterampilan berpikir, termasuk berpikir kreatif. Hal ini juga ditegaskan oleh Pehnoken (1997) bahwa aktivitas pemecahan masalah dapat mengembangkan keterampilan kognitif umum yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Meskipun aktivitas pemecahan masalah berfungsi sebagai konteks dan wahana bagi tumbuhnya kemampuan berpikir

kreatif, tetapi kelancaran pemecahan masalah belum tentu mencerminkan kemampuan berpikir kreatif. Menurut Haylock (Mann, 2005), dengan menerapkan strategi atau metode yang telah diketahui, individu dapat secara sistematis menyelesaikan masalah, tetapi ia belum tentu kreatif karena tidak mengeksplorasi dan mengelaborasi pemahamannya. Meskipun aktivitas pemecahan masalah berperan sebagai sarana untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, tetapi tidak semua jenis masalah mempunyai potensi demikian. Menurut Hashimoto (1997), jenis masalah yang mempunyai potensi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik adalah masalah atau soal terbuka (*open ended*). Masalah terbuka memicu peserta didik untuk secara kreatif mengeksplorasi berbagai cara atau solusi dari masalah tersebut.

b. Prosedur Pembelajaran dengan *Creative Problem Solving* (CPS)

Tiga komponen proses dalam CPS dapat dijabarkan kembali ke dalam enam tahap yang menekankan adanya keseimbangan dalam menggunakan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Berpikir kreatif merupakan proses divergen yang dimulai dari satu hal atau pertanyaan, kemudian diperluas menjadi beberapa tujuan sehingga menghasilkan banyak kemungkinan baru. Sedangkan berpikir kritis merupakan proses konvergen, yaitu suatu usaha mengambil beberapa ide yang berbeda, kemudian merumuskannya dalam satu tujuan atau hasil (Trefingger, 2005b). Agar dapat mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah, maka peserta didik harus menggunakan kedua aspek tersebut yakni memunculkan banyak ide dan pemfokusan. Tahapan pembelajaran sesuai dengan CPS disajikan pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Tahap Pembelajaran *Creative Problem Solving* (CPS)

Proses	Langkah CPS	Deskripsi
Memahami tantangan (*Understanding the Challenge)*	1. Membangun kesempatan (*Constructing Opportunities*)	Memahami dan menganalisis konteks permasalahan yang dibimbing oleh guru.
	2. Mengeksplorasi data (*Exploring Data*)	Penjelasan konteks masalah oleh guru, serta pengolahan informasi/ data dan fakta untuk membentuk konsep yang diperlukan dalam memecahkan masalah.
	3.Menentukan permasalahan (*Framing Problems*)	Merumuskan pernyataan-pernyataan masalah yang selanjutnya dipilih untuk dipecahkan melalui diskusi kelompok.

Proses	Langkah CPS	Deskripsi
Menghasilkan gagasan (*Generating Idea*)	4. Menghasilkan gagasan (*Generating Idea*)	Menghasilkan banyak ide (kelancaran berpikir) yang bervariasi, memiliki perspektif baru (fleksibilitas), ide baru, dan ide yang tidak biasa (originalitas), kemudian berfokus pada identifikasi ide-ide yang menarik atau potensial yang dapat digunakan melalui kegiatan diskusi.
Memeper-siapkan Aksi (*Preparing for Action*)	5.Mengembangkan solusi (*Developing Solutions*)	Memperkuat solusi serta mengevaluasi dan memilih solusi yang tepat atas masalah yang ingin dipecahkan.
	6. Membangun penerimaan (*Building Acceptance*)	Mengomunikasikan solusi atas masalah yang dipecahkan melalui presentasi dan memberi tanggapan atas solusi yang disampaikan kelompok lain. Selanjutnya, dikoreksi bersama melalui diskusi kelas sehingga membuat solusi yang diberikan lebih bernilai dan dapat diterima.

(Sumber: diadaptasi dari Treffiinger dan Isaksen, 2005)

Pepkin (2000:64) menuliskan langkah-langkah *Creative Problem Solving* (CPS) dalam pembelajaran IPA sebagai hasil gabungan prosedur Von Oech dan Osborn, di antaranya sebagai berikut.

1) Klarifikasi masalah, meliputi pemberian penjelasan kepada peserta didik tentang masalah yang diajukan agar peserta didik dapat memahami tentang penyelesaiannya yang diharapkan.
2) Pengungkapan masalah, peserta didik dibebaskan untuk mengungkap-kan gagasan tentang berbagai macam strategi penyelesaian masalah.
3) Evaluasi dan seleksi, setiap kelompok mendiskusikan pendapat-pendapat atau strategi-strategi yang cocok untuk menyelesaikan masalah.
4) Implementasi, peserta didik menentukan strategi yang dapat diambil untuk menyelesaikan masalah, kemudian menerapkannya hingga menemukan penyelesaian dari masalah tersebut.

CPS dalam pembelajaran IPA dapat diukur melalui beberapa indikator. Indikator merupakan sasaran yang akan dicapai dalam proses pembelajaran tersebut. Menurut Pepkin (2000:63) indikatornya sebagai berikut.

1) Peserta didik mampu menyatakan urutan langkah-langkah pemecahan masalah, maksudnya adalah peserta didik dapat membuat langkah-langkah proses pemecahan masalah dengan memperkirakan keadaan konteks soal.
2) Peserta didik mampu menemukan kemungkinan-kemungkinan strategi pemecahan masalah. Maksudnya adalah peserta didik dapat menentukan langkah-langkah pengerjaan melalui beberapa strategi pemecahan masalah.
3) Peserta didik mampu mengevaluasi dan menyeleksi kemungkinan-kemungkinan tersebut kaitannya dengan kriteria-kriteria yang ada. Artinya, setelah membuat beberapa kemungkinan-kemungkinan solusi, maka peserta didik dapat menyeleksi strategi-strategi yang dianggap mudah dan efektif.
4) Peserta didik mampu memilih suatu pilihan solusi yang optimal. Artinya, peserta didik dapat memilih dari kemungkinan pengerjaan solusi yang paling mudah dan efektif dalam pemecahan masalah.
5) Peserta didik mampu mengembangkan suatu rencana dalam mengimplementasikan strategi pemecahan masalah. Dari strategi yang didapatkan, peserta didik mampu mengembangkannya menjadi suatu jawaban
6) Peserta didik mampu mengartikulasikan bagaimana CPS dapat digunakan dalam berbagai bidang dan situasi. Maksudnya adalah peserta didik dapat menggunakan metode CPS pada pokok bahasan lain dalam IPA, bahkan mata pelajaran lain. Peserta didik dalam setiap proses pembelajaran menggunakan prosedur dari CPS.

Selain itu, dalam proses pembelajaran yang berlangsung menggunakan CPS, dapat dilakukan penilaian proses yang menurut HOSA (2011) sebagai berikut.
1) Mengerti masalah.
2) Efektivitas menggunakan pengetahuan dan pengalaman dalam pemecahan masalah.
3) Penyelesaian yang logis.
4) Penyelesaian adalah hal penting dan bekerja sama.

5) Memberikan solusi yang baik dengan menyertakan data atau fakta-fakta.
6) Menunjukkan imajinatif dan inovatif digunakan untuk memberikan solusi masalah.
7) Fakta dari kerja kelompok dalam mencari jawaban.
8) Organisasi, pengiriman, dan kualitas presentasi lisan.
9) Kualitas jawaban dari pertanyaan penilai.
10) Keseriusan kelompok dalam memaparkan hasil atau solusi yang diperoleh.

c. Contoh Implementasi Pembelajaran dengan *Creative Problem Solving* (CPS)

Contoh pembelajaran dengan menggunakan *Creative Problem Solving* (CPS) ini diambil dari materi yang akan dipelajari peserta didik pada bab Teknologi Ramah Lingkungan. Pada kegiatan pembelajaran ini, peserta didik dihadapkan pada masalah kurangnya ketersediaan air bersih. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara menerapkan teknologi ramah lingkungan, seperti membuat penyaringan air sederhana. Berikut ini akan dipaparkan secara rinci kegiatan pembelajaran dengan menggunakan CPS.

Tabel 2.8 Contoh Kegiatan Pembelajaran dengan *Creative Problem Solving* (CPS)

Proses	Tahap CPS	Kegiatan Peserta didik
Memahami tantangan (*Understanding the Challenge*)	1. Membangun kesempatan *(Constructing Opportunities)*	▪ Peserta didik ditunjuki beberapa masalah tentang berkurangnya kebutuhan air bersih, terutama di daerah perkotaan. ▪ Peserta didik juga ditunjuki fakta-fakta tentang berkurangnya air bersih. ▪ Peserta didik selanjutnya diarahkan untuk menganalisis atau mengidentifikasi masalah akibat berkurangnya ketersediaan air bersih.

Proses	Tahap CPS	Kegiatan Peserta didik
	2. Mengeksplorasi data (*Exploring Data*)	▪ Peserta didik diberi kesempatan untuk membuat daftar konsep yang harus diterapkan atau dipelajari dalam mengatasi masalah ketersediaan air bersih. ▪ Guru dapat membantu peserta didik untuk mengarahkan penerapan konsep teknologi ramah lingkungan dalam mengatasi masalah kekurangan air bersih.
	3.Menentukan permasalahan (*Framing Problems*)	▪ Peserta didik diarahkan untuk mengatasi masalah kekurangan air bersih dengan menerapkan teknologi ramah lingkungan, seperti membuat penyaringan air sederhana. ▪ Guru juga mengarahkan peserta didik pada fokus masalah yakni tentang cara menyusun bahan yang efektif pada alat penyaring sehingga dapat menghasilkan air yang bersih. ▪ Peserta didik dapat menuliskan rumusan masalahnya sesuai dengan kesepakatan kelompok untuk mempertegas masalah yang sesuai dengan arahan guru.
Menghasilkan gagasan (*Generating Ideas*)	4. Menghasilkan gagasan (*Generating Idea*)	▪ Peserta didik diberi kesempatan berdiskusi serta mengeksplorasi ide-ide untuk menyusun alat penyaring air yang efektif. ▪ Peserta didik dapat memodifikasi letak susunan bahan, komposisi bahan, dan banyaknya lapisan sesuai dengan pemikiran kreatif peserta didik. Peserta didik juga harus dapat menuliskan alasan pemilihan penyusunan alat yang telah ditentukan kelompok tersebut. ▪ Peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan percobaan sesuai dengan rancangannya. ▪ Peserta didik mencatat hasil-hasil percobaannya.

Proses	Tahap CPS	Kegiatan Peserta didik
Mempersiapkan tindakan (*Preparing for the Action*)	5. Mengembang-kan solusi (*Developing Solutions*)	▪ Peserta didik menganalisis hasil-hasil percobaannya yakni dengan mengaitkan hasil dengan konsep-konsep atau alasan yang mendasari penyusunan alat. ▪ Peserta didik melakukan evaluasi terhadap hasil-hasil percobaannya. Peserta didik dapat menuliskan kelebihan dan kekurangan alat penyaring yang telah disusun berdasarkan hasil percobaannya.
	6. Membangun penerimaan (*Building Acceptance*)	▪ Peserta didik mengomunikasikan hasil percobaannya dengan presentasi. Setiap kelompok menerima kritik dan saran dari kelompok lain. ▪ Setiap kelompok melakukan perbaikan hasil kerja berdasarkan kritik dan saran yang diberikan. ▪ Peserta didik menuliskan kesimpulan dan saran tentang susunan atau komposisi alat penyaring air yang efektif, setelah membandingkan hasil percobaan seluruh kelompok.

BAB 3 Penilaian Pembelajaran IPA, Pembelajaran Remedial, dan Pengayaan

A. Penilaian Pembelajaran IPA

Penilaian menjadi aspek penting dalam pembelajaran. Penilaian merupakan serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, serta menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik. Penilaian dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan. Aspek penilaian menjadi salah satu tolok ukur keberhasilan belajar peserta didik.

Berdasarkan Permendikbud Nomor 23 Tahun 2016, penilaian hasil belajar peserta didik dilakukan oleh pendidik dan satuan pendidikan. Penilaian hasil belajar oleh pendidik adalah proses pengumpulan informasi/data tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam aspek sikap, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan. Penilaian ini dilakukan secara terencana dan sistematis untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar melalui penugasan dan evaluasi hasil belajar. Penilaian hasil belajar oleh pendidik berfungsi untuk memantau kemajuan belajar, memantau hasil belajar, dan mendeteksi perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan. Secara rinci, penilaian hasil belajar oleh pendidik bertujuan sebagai berikut. 1. Mengetahui tingkat penguasaan kompetensi; 2. menetapkan ketuntasan penguasaan kompetensi; 3. menetapkan program perbaikan atau pengayaan berdasarkan tingkat penguasaan kompetensi; dan 4. memperbaiki proses pembelajaran.

Penilaian dalam Kurikulum 2013 mencakup aspek sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Penilaian dilakukan terhadap penguasaan tingkat kompetensi sebagai capaian pembelajaran. Dalam pelaksanaannya, penilaian hasil belajar menggunakan berbagai instrumen penilaian berupa tes, pengamatan, penugasan perseorangan atau kelompok, serta bentuk lain yang sesuai dengan karakteristik kompetensi dan tingkat perkembangan peserta didik.

Penilaian aspek sikap dilakukan melalui observasi/pengamatan sebagai sumber informasi utama dan dalam pelaporannya menjadi tanggung jawab wali kelas. Hasil penilaian pencapaian sikap oleh pendidik disampaikan dalam bentuk deskripsi atau predikat. Penilaian aspek pengetahuan dilakukan melalui tes tertulis, tes lisan, dan penugasan sesuai dengan kompetensi yang dinilai. Penilaian keterampilan dilakukan melalui praktikum, produk, proyek, portofolio dan/atau teknik lain sesuai dengan kompetensi yang dinilai. Hasil penilaian pencapaian pengetahuan dan keterampilan oleh pendidik disampaikan dalam bentuk angka dan/atau deskripsi.

Berdasarkan panduan penilaian untuk SMP (Kemdikbud, 2015), ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melaksanakan penilaian.

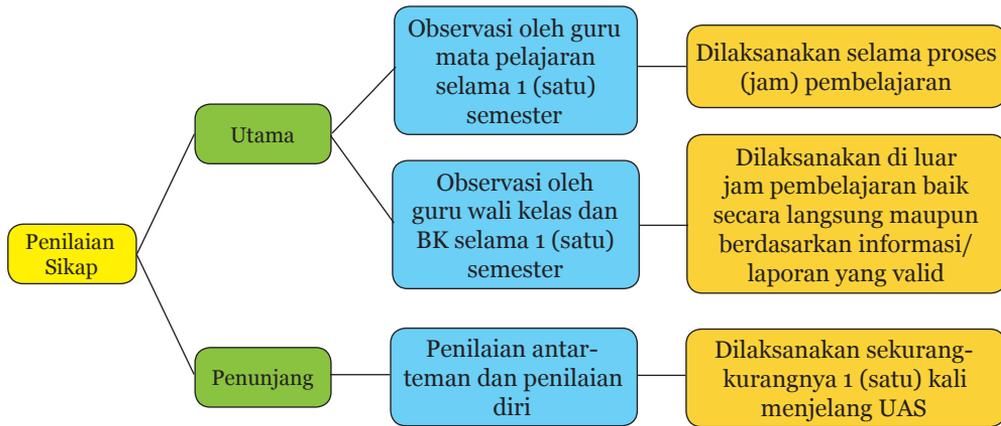
1. Penilaian diarahkan untuk mengukur pencapaian Kompetensi Dasar (KD).
2. Penilaian menggunakan acuan kriteria, yaitu penilaian yang dilakukan dengan membandingkan capaian peserta didik dengan kriteria kompetensi yang ditetapkan. Hasil penilaian, baik yang formatif maupun sumatif, seorang peserta didik tidak dibandingkan dengan skor peserta didik lainnya, tetapi dibandingkan dengan penguasaan kompetensi yang dipersyaratkan.
3. Penilaian dilakukan secara terencana dan berkelanjutan. Artinya semua indikator diukur, kemudian hasilnya dianalisis untuk menentukan kompetensi dasar (KD) yang telah dikuasai dan yang belum, serta untuk mengetahui kesulitan belajar peserta didik.
4. Hasil penilaian dianalisis untuk menentukan tindak lanjut, berupa program peningkatan kualitas pembelajaran, program remedial bagi peserta didik yang pencapaian kompetensinya di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), dan program pengayaan bagi peserta didik yang telah memenuhi KKM. Hasil penilaian juga digunakan sebagai umpan balik bagi orang tua/wali peserta didik dalam rangka meningkatkan kompetensi peserta didik

Uraian berikut tentang pengertian dan teknik-teknik penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diintisarikan dari Panduan Penilaian untuk SMP yang diterbitkan Kemdikbud (2015).

1. Penilaian Sikap

Penilaian sikap adalah kegiatan untuk mengetahui kecenderungan perilaku spiritual dan sosial peserta didik dalam kehidupan sehari-hari di dalam dan di luar kelas sebagai hasil pendidikan. Penilaian sikap ditujukan untuk mengetahui capaian/perkembangan sikap peserta didik dan memfasilitasi tumbuhnya perilaku peserta didik sesuai butir-butir nilai sikap dalam KD dari KI-1 dan KI-2.

Penilaian sikap dilakukan dengan menggunakan teknik observasi oleh guru mata pelajaran (selama proses pembelajaran pada jam pelajaran), guru bimbingan konseling (BK), dan wali kelas (selama peserta didik di luar jam pelajaran) yang ditulis dalam buku jurnal (yang selanjutnya disebut jurnal). Jurnal berisi catatan anekdot (*anecdotal record*), catatan kejadian tertentu (*incidental record*), dan informasi lain yang valid dan relevan. Jurnal tidak hanya didasarkan pada apa yang dilihat langsung oleh guru, wali kelas, dan guru BK, tetapi juga informasi lain yang relevan dan valid yang diterima dari berbagai sumber. Selain itu, penilaian diri dan penilaian antarteman dapat dilakukan dalam rangka pembinaan dan pembentukan karakter peserta

didik, yang hasilnya dapat dijadikan sebagai salah satu data konfirmasi dari hasil penilaian sikap oleh pendidik. Skema penilaian sikap dapat dilihat pada gambar berikut.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.1 Skema Penilaian Sikap

2. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui penguasaan peserta didik yang meliputi pengetahuan faktual, konseptual, maupun prosedural serta kecakapan berpikir tingkat rendah hingga tinggi. Penilaian pengetahuan dilakukan dengan berbagai teknik penilaian. Guru memilih teknik penilaian yang sesuai dengan karakteristik kompetensi yang akan dinilai. Penilaian dimulai dengan perencanaan yang dilakukan pada saat menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP).

Penilaian pengetahuan dilakukan untuk mengetahui pencapaian peserta didik terhadap KKM mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan penguasaan pengetahuan peserta didik dalam proses pembelajaran (*diagnostic*). Hasil penilaian digunakan memberi umpan balik (*feedback*) kepada peserta didik dan guru untuk perbaikan mutu pembelajaran. Hasil penilaian pengetahuan yang dilakukan selama dan setelah proses pembelajaran dinyatakan dalam bentuk angka dengan rentang 0-100.

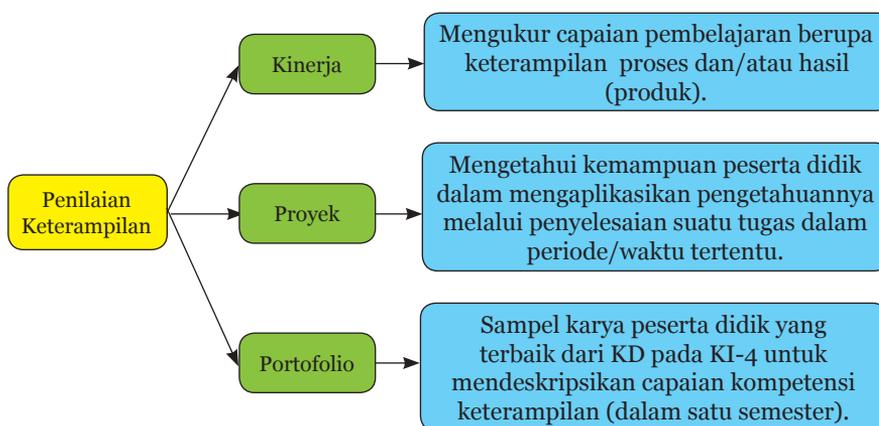
Berbagai teknik penilaian pengetahuan dapat digunakan sesuai dengan karakteristik tiap-tiap KD. Teknik yang biasa digunakan antara lain tes tertulis, tes lisan, penugasan, dan portofolio. Teknik-teknik penilaian pengetahuan yang biasa digunakan disajikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Teknik Penilaian Pengetahuan

Teknik	Bentuk Instrumen	Tujuan
Tes Tertulis	Benar-Salah, Menjodohkan, Pilihan Ganda, Isian/ Melengkapi, Uraian	Mengetahui penguasaan pengetahuan peserta didik untuk perbaikan proses pembelajaran dan/atau pengambilan nilai.
Tes Lisan	Tanya jawab	Mengecek pemahaman peserta didik untuk perbaikan proses pembelajaran.
Penugasan	Tugas yang dilakukan secara individu maupun kelompok	Memfasilitasi penguasaan pengetahuan (bila diberikan selama proses pembelajaran) atau mengetahui penguasaan pengetahuan (bila diberikan pada akhir pembelajaran).
Portofolio	Sampel pekerjaan peserta didik terbaik yang diperoleh dari penugasan dan tes tertulis	Sebagai bahan guru mendeskripsikan capaian pengetahuan di akhir semester.

3. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan adalah penilaian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan untuk melakukan tugas tertentu di dalam berbagai macam konteks sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi. Penilaian keterampilan dapat dilakukan dengan berbagai teknik, antara lain penilaian kinerja, penilaian proyek, dan penilaian portofolio. Teknik penilaian keterampilan yang digunakan dipilih sesuai dengan karakteristik KD Keterampilan.

Teknik penilaian keterampilan dapat digambarkan pada Gambar 3.2

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 3.2 Teknik Penilaian Keterampilan

B. Pelaksanaan Penilaian

Pelaksanaan penilaian melibatkan beberapa proses, yaitu perumusan indikator, proses penilaian, dan pengolahan hasil penilaian. Proses-proses tersebut akan dipaparkan sebagai berikut.

1. Perumusan Indikator

Salah satu komponen penting dalam penilaian adalah indikator pencapaian kompetensi. Indikator pencapaian kompetensi ini dirumuskan oleh guru dan dijabarkan dari Kompetensi Dasar (KD). Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diukur sesuai dengan keluasan dan kedalaman kompetensi dasar tersebut. Indikator tersebut digunakan sebagai rambu-rambu dalam penyusunan butir-butir soal atau tugas.

Indikator pencapaian kompetensi pengetahuan dan keterampilan merupakan ukuran, karakteristik, atau ciri-ciri yang menunjukkan ketercapaian suatu kompetensi dasar tertentu dan menjadi acuan dalam penilaian. Setiap kompetensi dasar dapat dikembangkan menjadi satu atau lebih indikator pencapaian. Untuk menilai pencapaian kompetensi sikap digunakan indikator yang dapat diamati.

Berikut beberapa contoh rumusan indikator pencapaian kompetensi untuk kompetensi pengetahuan, dan keterampilan yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA yang diintisarikan dari Pedoman Penilaian untuk SMP (Kemdikbud, 2015).

a. Pengetahuan

Indikator kompetensi pengetahuan diturunkan dari KD Pengetahuan dengan menggunakan kata kerja operasional. Tabel 3.2 menunjukkan beberapa kata kerja operasional yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA sesuai dengan ranah kognitif yang digunakan.

Tabel 3.2 Kata Kerja Operasional untuk Aspek Pengetahuan

Ranah Kognitif	Contoh Kata Kerja Operasional
Mengingat	Menyebutkan, memberi label, mencocokkan, memberi nama, mengurutkan, memberi contoh, meniru, dan memasangkan.
Memahami	Menggolongkan, menggambarkan, membuat ulasan, menjelaskan, mengekspresikan, mengidentifikasi, menunjukkan, menemukan, membuat laporan, mengemukakan, membuat tinjauan, memilih, dan menceritakan.

Menerapkan	Menuliskan penjelasan, membuatkan penafsiran, mengoperasikan, merancang persiapan, menyusun jadwal, menyelesaikan masalah, dan menggunakan.
Menganalisis	Menilai, menghitung, mengelompokkan, menentukan, membandingkan, membedakan, membuat diagram, menginventarisasi, memeriksa, dan menguji.
Mengevaluasi	Membuat penilaian, menyusun argumentasi atau alasan, menjelaskan alasan memilih, membuat perbandingan, menjelaskan alasan pembelaan, memperkirakan, dan memprediksi.
Mencipta	Mengumpulkan, menyusun, merancang, merumuskan, mengelola, mengatur, merencanakan, mempersiapkan, mengusulkan, dan mengulas.

b. Keterampilan

Indikator pencapaian keterampilan dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur, antara lain:
1) menghitung, merancang,
2) membuat sketsa,
3) memperagakan, menulis laporan,
4) menceritakan kembali, mempraktikkan,
5) mendemonstrasikan, dan
6) menyajikan.

2. Pelaksanaan Penilaian

a. Penilaian Sikap Spiritual

Penilaian sikap spiritual dilakukan secara terus-menerus selama satu semester. Penilaian sikap spiritual di dalam kelas dilakukan oleh guru mata pelajaran. Perkembangan sikap peserta didik di luar jam pelajaran diikuti oleh wali kelas dan guru BK. Guru mata pelajaran, guru BK, dan wali kelas mengikuti perkembangan sikap spiritual dan mencatat perilaku peserta didik yang sangat baik atau kurang baik dalam jurnal segera setelah perilaku tersebut teramati atau menerima laporan tentang perilaku peserta didik.

b. Penilaian Sikap Sosial

Penilaian sikap sosial juga dilakukan secara terus-menerus selama satu semester. Penilaian sikap sosial di dalam kelas dilakukan oleh guru mata pelajaran. Perkembangan sikap peserta didik di luar jam pelajaran diikuti dan dicatat wali kelas dan guru BK. Guru mata pelajaran, guru BK, dan wali kelas

mencatat perilaku (sikap sosial) peserta didik yang sangat baik atau kurang baik dalam jurnal segera setelah perilaku tersebut teramati atau menerima laporan tentang perilaku tersebut.

Apabila seorang peserta didik pernah memiliki catatan sikap yang kurang baik dan pada kesempatan lain peserta didik tersebut telah menunjukkan perkembangan sikap (menuju atau konsisten) baik pada aspek atau indikator sikap yang dimaksud, di dalam jurnal harus ditulis bahwa sikap peserta didik tersebut telah (menuju atau konsisten) baik atau bahkan sangat baik. Dengan demikian, untuk peserta didik yang punya catatan kurang baik, yang dicatat dalam jurnal tidak terbatas pada sikap kurang baik dan sangat baik saja, tetapi juga setiap perkembangan sikap menuju sikap yang diharapkan.

c. Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan dilakukan untuk menilai proses dan hasil belajar peserta didik. Penilaian tersebut dilakukan selama kegiatan belajar mengajar (KBM) sedang berlangsung, penilaian harian (PH), penilaian tengah semester (PTS), dan penilaian akhir semester (PAS). Selama KBM berlangsung, penilaian dapat dilakukan dengan pertanyaan insidental yang disampaikan secara lisan dan penugasan. Baik pertanyaan lisan maupun penugasan selama KBM berlangsung diberikan untuk mengecek pemahaman peserta didik dan/atau untuk membantu peserta didik memperoleh pengetahuan. Sementara itu, penilaian harian dapat dilakukan dengan tes tertulis dan/atau penugasan. Sampel pekerjaan peserta didik dari tes tertulis dan/atau penugasan dikumpulkan dalam portofolio. Cakupan penilaian harian (PH) meliputi satu KD atau lebih, sedangkan cakupan penugasan disesuaikan dengan karakteristik kompetensi dasar.

Penilaian tengah semester (PTS) dan penilaian akhir semester (PAS) pada umumnya dilakukan melalui tes tertulis. Penilaian tengah semester (PTS) merupakan kegiatan penilaian yang dilakukan untuk mengukur pencapaian kompetensi dasar mata pelajaran setelah kegiatan pembelajaran berlangsung 8-9 minggu. Cakupan PTS meliputi seluruh KD pada periode tersebut. Penilaian akhir semester (PAS) merupakan kegiatan penilaian yang dilakukan untuk mengukur pencapaian KD mata pelajaran di akhir semester. Cakupan PAS meliputi seluruh KD pada satu semester.

d. Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan dilakukan melalui teknik penilaian kinerja, penilaian proyek, dan penilaian portofolio yang dilaksanakan setelah pembelajaran satu atau beberapa KD Keterampilan. Teknik penilaian yang dipakai untuk setiap KD bergantung pada isi KD.

1) Penilaian Kinerja

Penilaian kinerja dilakukan berdasarkan tuntutan KD dan dapat dilakukan untuk satu atau beberapa KD. Beberapa langkah dalam melaksanakan penilaian kinerja meliputi:

a) memberikan tugas secara rinci;
b) menjelaskan aspek dan rubrik penilaian;
c) melaksanakan penilaian sebelum, selama, dan setelah peserta didik melakukan tugas; dan
d) mendokumentasikan hasil penilaian.

2) Penilaian Proyek

Penilaian proyek dilakukan untuk satu atau beberapa KD pada satu mata pelajaran atau lintas mata pelajaran. Beberapa langkah dalam melaksanakan penilaian proyek meliputi:

a) memberikan tugas secara rinci;
b) menjelaskan aspek dan rubrik penilaian;
c) melaksanakan penilaian yang meliputi persiapan, pelaksanaan, dan pelaporan; dan
d) mendokumentasikan hasil penilaian.

3) Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio pada keterampilan dilakukan untuk mengetahui perkembangan dan mendeskripsikan capaian keterampilan dalam satu semester. Berikut beberapa langkah dalam melaksanakan penilaian portofolio.

a) Mendokumentasikan contoh karya terbaik dari setiap KD Keterampilan, baik hasil dari kerja individu maupun kelompok (hasil kerja kelompok dapat difotokopi/diduplikasi/difoto untuk tiap-tiap anggota kelompok).
b) Mendeskripsikan keterampilan peserta didik berdasarkan portofolio secara keseluruhan.
c) Memberikan umpan balik kepada peserta didik untuk peningkatan capaian kompetensi.

Catatan: deskripsi capaian keterampilan pada rapor pada dasarnya dirumuskan berdasarkan portofolio. Namun demikian, apabila KD tertentu tidak memiliki sampel karya dalam portofolio karena teknik penilaian yang dipakai hanya menghasilkan nilai dalam bentuk angka, nilai angka KD tersebut dicatat dalam portofolio. Nilai (angka) tersebut digunakan sebagai data dalam mendeskripsikan capaian keterampilan pada akhir semester pada KD tersebut.

3. Pengolahan Hasil Penilaian

a. Nilai Sikap Spiritual dan Sikap Sosial

Hasil penilaian sikap spiritual dan sikap sosial diperoleh dari wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK. Langkah-langkah berikut dapat dilakukan

guru mata pelajaran IPA membuat deskripsi nilai/perkembangan sikap selama satu semester.

1) Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK secara sendiri-sendiri mengelompokkan (menandai) catatan-catatan sikap jurnal yang dibuatnya ke dalam sikap spiritual dan sikap sosial (apabila pada jurnal belum ada kolom butir nilai).
2) Wali kelas, guru mata pelajaran, dan guru BK secara sendiri-sendiri membuat rumusan deskripsi singkat sikap spiritual dan sikap sosial berdasarkan catatan-catatan jurnal untuk setiap peserta didik.
3) Wali kelas mengumpulkan deskripsi singkat sikap dari guru mata pelajaran dan guru BK. Dengan memperhatikan deskripsi singkat sikap spiritual dan sosial dari guru mata pelajaran, guru BK, dan wali kelas yang bersangkutan, wali kelas menyimpulkan (merumuskan deskripsi) capaian sikap spiritual dan sosial setiap peserta didik.

Berikut adalah rambu-rambu rumusan deskripsi perkembangan sikap selama satu semester.

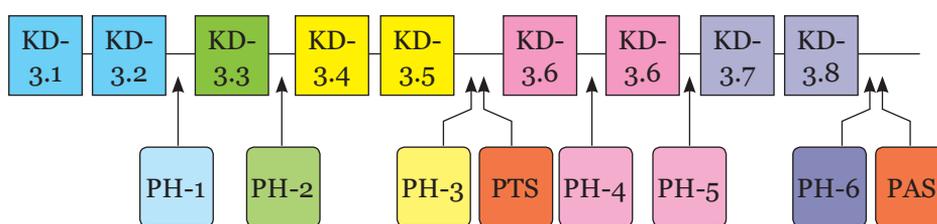
1) Deskripsi sikap menggunakan kalimat yang bersifat memotivasi dengan pilihan kata/frasa yang bernada positif. Hindari frasa yang bermakna kontras, misalnya: ... tetapi masih perlu peningkatan dalam ... atau ... namun masih perlu bimbingan dalam hal ...
2) Deskripsi sikap menyebutkan perkembangan sikap/perilaku peserta didik yang sangat baik dan/atau baik dan yang mulai/sedang berkembang.
3) Apabila peserta didik tidak ada catatan apa pun dalam jurnal, sikap peserta didik tersebut diasumsikan BAIK.
4) Dengan ketentuan bahwa sikap dikembangkan selama satu semester, deskripsi nilai/perkembangan sikap peserta didik didasarkan pada sikap peserta didik pada masa akhir semester. Oleh karena itu, sebelum deskripsi sikap akhir semester dirumuskan, guru mata pelajaran, guru BK, dan wali kelas harus memeriksa jurnal secara keseluruhan hingga akhir semester untuk melihat apakah telah ada catatan yang menunjukkan bahwa sikap peserta didik tersebut telah menjadi sangat baik, baik, atau mulai berkembang.
5) Apabila peserta didik memiliki catatan sikap KURANG baik dalam jurnal dan peserta didik tersebut belum menunjukkan adanya perkembangan positif, deskripsi sikap peserta didik tersebut dirapatkan dalam rapat dewan guru pada akhir semester.

Berikut contoh rumusan deskripsi capaian sikap spiritual dan sosial.

1) Sikap spiritual: selalu bersyukur, selalu berdoa sebelum melakukan kegiatan, toleran terhadap pemeluk agama yang berbeda; dan ketaatan beribadah mulai berkembang.

2) Sikap sosial: sangat santun, peduli, percaya diri; kejujuran, kedisiplinan, dan tanggung jawab meningkat.

b. Nilai Pengetahuan

Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil penilaian harian (PH), penilaian tengah semester (PTS), dan penilaian akhir semester (PAS) yang dilakukan dengan beberapa teknik penilaian. Penulisan capaian pengetahuan pada rapor menggunakan angka pada skala 0–100 dan deskripsi. Penilaian pengetahuan yang dilakukan dalam satu semester dapat disajikan pada Gambar 3.3.

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 3.3 Skema Penilaian Pengetahuan

1) Hasil Penilaian Harian (HPH) merupakan nilai rata-rata yang diperoleh dari hasil penilaian harian melalui tes tertulis dan/atau penugasan untuk setiap KD. Penilaian harian dapat dilakukan lebih dari satu kali untuk KD yang gemuk (cakupan materi yang luas) sehingga penilaian harian tidak perlu menunggu selesainya pembelajaran KD tersebut. Materi dalam suatu penilaian harian untuk KD gemuk mencakup sebagian dari keseluruhan materi yang dicakup oleh KD tersebut. Bagi KD dengan cakupan materi sedikit, penilaian harian dapat dilakukan setelah pembelajaran lebih dari satu KD.
2) Hasil Penilaian Tengah Semester (HPTS) merupakan nilai yang diperoleh dari penilaian tengah semester yang terdiri atas beberapa kompetensi dasar.
3) Hasil Penilaian Akhir Semester (HPAS) merupakan nilai yang diperoleh dari penilaian akhir semester yang mencakup semua kompetensi dasar dalam satu semester.
4) Hasil Penilaian Akhir (HPA) merupakan hasil pengolahan dari HPH, HPTS, HPAS dengan memperhitungkan bobot tiap-tiap jenis penilaian yang ditetapkan oleh sekolah.

Berikut contoh Hasil Penilaian Akhir (HPA) yang merupakan gabungan dari HPH, HPTS, dan HPAS.

Tabel 3.3 Contoh Pengolahan Nilai Akhir

Nama	HPH	HPTS	HPAS	HPA	HPA Pembulatan
Ani	73,89	90	80	79,45	79
Budi	75,56	75	80	76,53	77
dst					

HPA pada Tabel 3.3 di peroleh dari perhitungan sebagai berikut. Apabila dilakukan pembobotan HPH : HPTS : HPAS = 2 : 1 : 1, penghitungan nilai akhir (HPA) **Ani** adalah:

$$\text{HPA} = \frac{(2\times73{,}89)+(1\times90)+(1\times80)}{4} = 79{,}45$$

Nilai Akhir Ani sebesar 79,45, selanjutnya dibulatkan menjadi 79 dan diberi predikat dengan ketentuan:

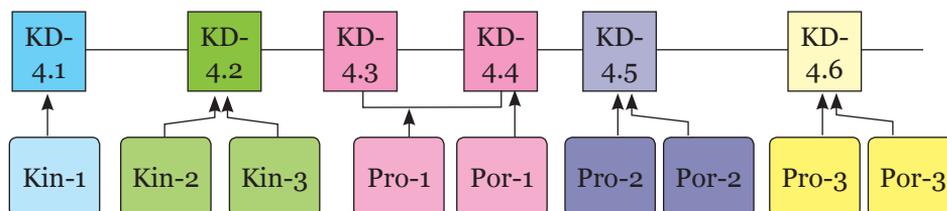
Sangat Baik (A) : 86-100
Baik (B) : 71-85
Cukup (C) : 56-70
Kurang (D) : ≤ 55

Selain nilai dalam bentuk angka dan predikat, dalam rapor dituliskan deskripsi capaian pengetahuan untuk setiap mata pelajaran. Berikut adalah rambu-rambu rumusan deskripsi capaian pengetahuan dalam rapor.

1) Deskripsi pengetahuan menggunakan kalimat yang bersifat memotivasi dengan pilihan kata/frasa yang bernada positif. HINDARI frasa yang bermakna kontras, misalnya: ... tetapi masih perlu peningkatan dalam ... atau ... namun masih perlu bimbingan dalam hal ....
2) Deskripsi berisi beberapa pengetahuan yang sangat baik dan/atau baik dikuasai oleh peserta didik dan yang penguasaannya belum optimal.
3) Deskripsi capaian pengetahuan didasarkan pada bukti-bukti pekerjaan peserta didik yang didokumentasikan dalam portofolio pengetahuan. Apabila KD tertentu tidak memiliki pekerjaan yang dimasukkan ke dalam portofolio, deskripsi KD tersebut didasarkan pada skor angka yang dicapai.

c. Nilai Keterampilan

Nilai keterampilan diperoleh dari hasil penilaian kinerja (proses dan produk), proyek, dan portofolio. Hasil penilaian dengan teknik kinerja dan proyek dirata-rata untuk memperoleh nilai akhir keterampilan pada setiap mata pelajaran. Seperti pada pengetahuan, penulisan capaian keterampilan pada rapor menggunakan angka pada skala 0–100 dan deskripsi.

Penilaian keterampilan dalam satu semester dapat disajikan pada Gambar 3.4.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 3.4 Skema Penilaian Keterampilan

Keterangan:
Kin = Kinerja
Pro = Proyek
Por = Portofolio

Penilaian keterampilan dalam satu semester dapat tidak dilakukan pada setiap KD. Penilaian keterampilan dapat dilakukan sesuai capaian pembelajaran. Contoh penilaian keterampilan yang dilakukan sebagaimana disajikan pada Gambar 3.4 dapat menghasilkan skor seperti dituangkan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Contoh Pengolahan Nilai Keterampilan

KD	Kinerja (Proses)		Kinerja (Produk)		Proyek		Portofolio		Skor Akhir KD*
4.1	92								92
4.2	66	75							75
4.3					87				87
4.4			75		87				78,5
4.5			80						80
4.6			85						85
NILAI AKHIR SEMESTER 82,916 PEMBULATAN 83 PREDIKAT BAIK									

Keterangan:

1) Penilaian KD 4.2 dilakukan 2 (dua) kali dengan teknik yang sama, yaitu kinerja. Skor akhir KD 4.2 adalah skor optimum yaitu 75.
2) Penilaian untuk KD 4.4 dilakukan 2 (dua) kali, tetapi dengan teknik yang berbeda, yaitu produk dan proyek. Skor akhir KD 4.4 adalah rata-rata dari skor yang diperoleh melalui teknik yang berbeda tersebut, yaitu (75+87)/2 = 78,5.
3) Nilai akhir semester diperoleh berdasarkan rata-rata skor akhir keseluruhan KD keterampilan yang dibulatkan ke bilangan bulat terdekat.
4) Nilai akhir semester diberi predikat dengan ketentuan:

   Sangat Baik (A) : 86-100
   Baik (B) : 71-85
   Cukup (C) : 56-70
   Kurang (D) : ≤ 55

Selain nilai dalam bentuk angka dan predikat, dalam rapor dituliskan deskripsi capaian keterampilan untuk setiap mata pelajaran. Berikut rambu-rambu rumusan deskripsi capaian keterampilan.

1) Deskripsi keterampilan menggunakan kalimat yang bersifat memotivasi dengan pilihan kata/frasa yang bernada positif. HINDARI frasa yang bermakna kontras, misalnya: ... dan masih perlu peningkatan dalam ... atau ... dan masih perlu peningkatan dalam hal ....
2) Deskripsi berisi beberapa keterampilan yang sangat baik dan/atau baik dikuasai oleh peserta didik dan yang penguasaannya mulai meningkat.
3) Deskripsi capaian keterampilan didasarkan pada bukti-bukti karya peserta didik yang didokumentasikan dalam portofolio keterampilan. Apabila KD tertentu tidak memiliki karya yang dimasukkan ke dalam portofolio, deskripsi KD tersebut didasarkan pada skor angka yang dicapai. Portofolio tidak dinilai (lagi) dalam bentuk angka.

Penilaian harus dilakukan setiap guru mata pelajaran. Contoh-contoh penilaian dapat dilihat pada Buku Guru Mata Pelajaran IPA SMP Kelas VIII.

C. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

Pembelajaran tuntas (*mastery learning*) dalam proses pembelajaran berbasis kompetensi mempersyaratkan peserta didik menguasai secara tuntas seluruh kompetensi dasar mata pelajaran tertentu. Pembelajaran tuntas adalah pola pembelajaran yang menggunakan prinsip ketuntasan secara individual. Dengan demikian, ketuntasan belajar mempertimbangkan perbedaan individual peserta didik. Pembelajaran tuntas berpandangan bahwa peserta didik dapat belajar apa pun, hanya waktu yang dibutuhkan berbeda dalam mempelajari materi yang sama. Ada peserta didik yang memerlukan waktu lebih cepat tetapi ada pula yang memerlukan waktu

belajar lebih lama dibanding peserta didik pada umumnya. Peserta didik yang lambat belajar memerlukan langkah-langkah dan pemberian materi serta penanganan yang berbeda dengan peserta didik yang cepat belajar.

Pembelajaran remedial dan pengayaan merupakan tindak lanjut guru terhadap proses dan hasil belajar peserta didik. Pembelajaran remedial dan pengayaan dilaksanakan untuk kompetensi pengetahuan dan keterampilan (Kemdikbud, 2015). Pembelajaran remedial diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai KKM, sementara pengayaan diberikan kepada peserta didik yang telah mencapai atau melampaui KKM.

1. Pembelajaran Remedial

Pembelajaran remedial pada hakikatnya adalah pemberian bantuan bagi peserta didik yang mengalami kesulitan atau kelambatan belajar. Pembelajaran remedial adalah tindakan perbaikan pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai kompetensi minimalnya dalam satu kompetensi dasar tertentu.

Perlu dipahami oleh guru, bahwa remedial bukan mengulang tes (ulangan harian) dengan materi yang sama, tetapi guru memberikan perbaikan pembelajaran pada KD yang belum dikuasai oleh peserta didik melalui upaya tertentu. Setelah perbaikan pembelajaran dilakukan, guru melakukan tes untuk mengetahui apakah peserta didik telah memenuhi kompetensi minimal dari KD yang diremedialkan.

Pembelajaran remedial dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

a. Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda, menyesuaikan dengan gaya belajar peserta didik.
b. Pemberian bimbingan secara perorangan.
c. Pemberian tugas-tugas atau latihan secara khusus, dimulai dengan tugas-tugas atau latihan sesuai dengan kemampuannya.
d. Pemanfaatan tutor sebaya, yaitu peserta didik dibantu oleh teman sekelas yang telah mencapai KKM.

Pembelajaran remedial diberikan segera setelah peserta didik diketahui belum mencapai KKM berdasarkan hasil PH, PTS, atau PAS. Pembelajaran remedial pada dasarnya difokuskan pada KD yang belum tuntas dan dapat diberikan berulang-ulang sampai mencapai KKM dengan waktu hingga batas akhir semester. Apabila hingga akhir semester pembelajaran remedial belum dapat membantu peserta didik mencapai KKM, pembelajaran remedial bagi peserta didik tersebut dapat dihentikan. Nilai KD yang dimasukkan ke dalam pengolahan penilaian akhir semester adalah penilaian setinggi-tingginya sama dengan KKM yang ditetapkan oleh sekolah untuk mata pelajaran tersebut. Apabila belum/tidak mencapai KKM, nilai yang dimasukkan adalah

nilai tertinggi yang dicapai setelah mengikuti pembelajaran remedial. Guru tidak dianjurkan untuk memaksakan untuk memberi nilai tuntas kepada peserta didik yang belum mencapai KKM.

Adapun langkah-langkah program pembelajaran remedial sebagai berikut. a. Identifikasi kesulitan belajar peserta didik, b. Pelaksanaan pemberian perlakuan (pembelajaran remedial).

a. Identifikasi Kesulitan Belajar

Secara umum identifikasi kesulitan belajar dapat dilakukan melalui kegiatan berikut.

1) Wawancara, pengamatan (selama proses pembelajaran).
2) Analisis hasil tes (dapat melalui tes/ulangan harian, tes diagnostik).
3) Analisis hasil penilaian autentik (atau penilaian proses).

b. Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

1) Bentuk program pembelajaran remedial sebagai berikut.
    a) Jika jumlah peserta didik yang mengikuti remedial lebih dari 50%, tindakan pembelajaran remedial dapat dilakukan dalam bentuk pemberian pembelajaran ulang dengan menyiapkan media dan metode yang lebih efektif.
    b) Jika jumlah peserta didik yang mengikuti remedial lebih dari 20%, tetapi kurang dari 50%, program pembelajaran remedial dapat dilakukan dalam bentuk pemberian tugas-tugas kelompok.
    c) Jika jumlah peserta didik yang mengikuti remedial maksimal 20%, program pembelajaran remedial dapat dilakukan dalam bentuk pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan atau pemanfaatan tutor teman sebaya.
2) Semua pembelajaran remedial diakhiri dengan tes ulang.
3) Pembelajaran remedial dan tes ulang dilaksanakan di luar jam tatap muka.

2. Pembelajaran Pengayaan

Pengayaan dapat diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya. Langkah-langkah program pengayaan sebagai berikut. a. Identifikasi kemampuan belajar peserta didik, b. Pelaksanaan pembelajaran pengayaan.

Identifikasi kemampuan belajar berdasarkan jenis serta tingkat kelebihan belajar peserta didik misal belajar lebih cepat, menyimpan informasi lebih mudah, keingintahuan lebih tinggi, berpikir mandiri, superior dan berpikir

abstrak, dan memiliki banyak minat. Identifikasi kemampuan berlebih peserta didik dapat dilakukan antara lain melalui: tes IQ, tes inventori, wawancara, dan pengamatan.

Selanjutnya, pembelajaran pengayaan dapat dilakukan melalui kegiatan berikut.

a. Belajar kelompok, yaitu sekelompok peserta didik diberi tugas pengayaan untuk dikerjakan bersama pada dan/atau di luar jam pelajaran.
b. Belajar mandiri, yaitu peserta didik diberi tugas pengayaan untuk dikerjakan sendiri/individual.
c. Pembelajaran berbasis tema, yaitu memadukan beberapa materi pada tema tertentu, sehingga peserta didik dapat mempelajari hubungan antara berbagai disiplin ilmu.

Pengayaan biasanya diberikan segera setelah peserta didik diketahui telah mencapai KKM berdasarkan hasil PH. Mereka yang telah mencapai KKM berdasarkan hasil PTS dan PAS umumnya tidak diberi pengayaan. Pembelajaran pengayaan biasanya hanya diberikan sekali, tidak berulang-kali sebagaimana pembelajaran remedial. Pembelajaran pengayaan umumnya tidak diakhiri dengan penilaian.

Pelaksanaan pembelajaran pengayaan dapat dilakukan melalui kegiatan: a. belajar kelompok, b. belajar mandiri, c. pembelajaran berbasis tema, dan d. pemadatan kurikulum. Pemberian pembelajaran pengayaan hanya untuk kompetensi/materi yang belum diketahui peserta didik, dengan demikian peserta didik memperoleh kompetensi/materi baru. Pemberian pengayaan dapat dilakukan melalui pembelajaran berbasis proyek, baik proyek individual atau kelompok, disesuaikan dengan jenis proyek, dan kemampuan tiap-tiap peserta didik. Pembelajaran pengayaan dapat pula dikaitkan dengan kegiatan penugasan terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan dalam bentuk portofolio, dan dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

BAB 4 PEMETAAN KOMPETENSI DASAR DAN MATERI

Bab 1 Sistem Reproduksi pada Manusia

Kompetensi Dasar :

3.1. Menghubungkan sistem reproduksi pada manusia dan gangguan pada sistem reproduksi dengan penerapan pola hidup yang menunjang kesehatan reproduksi.

4.1. Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait kesehatan dan upaya pencegahan gangguan pada organ reproduksi.

A. Pembelahan Sel

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pembelahan Mitosis ▪ Pembelahan Meiosis ▪ Pembentukan sel kelamin melalui pembelahan meiosis	-	-

B. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan fungsi tiap-tiap organ ▪ Manfaat berkhitan ▪ Kelainan BPH (*Benign Prostatic Hyperplasia*) yang terjadi pada kelenjar prostat	▪ Tingkat keasaman (pH) cairan yang dihasilkan oleh kelenjar prostat	▪ Fungsi hormon testosteron ▪ Macam-macam zat-zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis serta fungsi dari tiap-tiap zat ▪ Zat-zat yang dihasilkan oleh kelenjar prostat

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
		▪ Fungsi cairan yang bersifat basa yang dihasilkan oleh kelenjar bulbouretra (*Cowper*) ▪ Semen adalah suatu suspensi yang dihasilkan kelenjar reproduksi
▪ Proses spermatogenesis ▪ Struktur kepala sperma meruncing dan fungsi bagian ekor sperma ▪ Organ reproduksi pada perempuan dan fungsi tiap-tiap organ ▪ Proses oogenesis	-	▪ Fungsi hormon estrogen dan progesteron pada perempuan
▪ Siklus menstruasi	-	▪ Kerja beberapa hormon pada siklus menstruasi ▪ Hormon LH yang terdapat pada urine dapat digunakan untuk mengetahui waktu ovulasi ▪ Grafik level hormon dalam siklus menstruasi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Fertilisasi dan kehamilan ▪ Proses fertilisasi dan implantasi yang terjadi pada organ reproduksi perempuan	▪ Gerakan memutar flagela sperma dianalogikan seperti baling-baling yang memberikan gaya dorong kepada sperma sehingga sel sperma dapat bergerak ▪ Sperma dapat mendeteksi keberadaan sel telur melalui sensor panas	▪ Senyawa kimia yang dihasilkan oleh sel telur yang berfungsi sebagai sinyal bagi sperma untuk mendeteksi letak sel telur
▪ Proses perkembangan bayi dalam rahim pada tiga trimester, yaitu trimester pertama, kedua, dan ketiga ▪ Air ketuban mengandung antibakteri	▪ USG (Ultrasonografi) digunakan sebagai pendeteksi perkembangan janin yang terdapat dalam kandungan ▪ Fungsi cairan ketuban (cairan amnion) bagi janin di dalam rahim ▪ Cairan ketuban dapat membantu proses kelahiran dan pendeteksi kelainan genetik pada janin ▪ Gaya dorong dan gaya gesek saat proses kelahiran	▪ Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada air ketuban ▪ Senyawa kimia yang terdapat pada ketuban dapat diserap oleh tubuh janin melalui kulit dengan menggunakan mekanisme transpor aktif maupun osmosis ▪ Kerja beberapa hormon yang mengatur frekuensi, kekuatan dan durasi kontraksi otot uterus pada saat proses melahirkan
▪ Peristiwa bayi kembar		

C. Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia dan Upaya Pencegahannya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Berbagai kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi manusia ▪ Studi lapangan tentang penyakit pada sistem reproduksi ▪ Upaya pencegahan penyakit pada sistem reproduksi manusia ▪ Poster tentang upaya pencegahan penularan penyakit seksual	-	-

Materi Pengayaan :

- Spermatogenesis
- Oogenesis

Bab 2 Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan

Kompetensi Dasar :

3.2. Menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan dan hewan.

4.2. Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan.

Pendahuluan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Cara reproduksi berbagai macam makhluk hidup	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pentingnya mempelajari materi tentang cara reproduksi hewan dan tumbuhan agar dapat membantu menjaga kelestarian flora dan fauna Indonesia	-	-

A. Perkembangbiakan pada Tumbuhan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Reproduksi aseksual tumbuhan Angiospermae ▪ Cara reproduksi aseksual alami dan reproduksi aseksual buatan ▪ Beberapa tumbuhan yang bereproduksi secara aseksual ▪ Reproduksi pada beberapa tumbuhan ▪ Manfaat reproduksi vegetatif buatan bagi manusia	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Reproduksi seksual tumbuhan Angiospermae ▪ Mengidentifikasi struktur bunga ▪ Penyerbukan (Polinasi) ▪ Cara penyerbukan bunga • Berbagai macam perantara yang dapat membantu penyerbukan • Macam-macam penyerbukan ▪ Pembuahan (Fertilisasi)	▪ Gaya tarik-menarik antarmolekul (adhesi dan kohesi) pada proses penyerbukan	▪ Senyawa kimia yang terdapat pada nektar atau madu ▪ Senyawa kimia yang terdapat pada serbuk sari ▪ Faktor yang memengaruhi gerak serbuk sari
▪ Penyebaran biji ▪ Beberapa cara penyebaran biji pada tumbuhan ▪ Perkecambahan ▪ Faktor yang memengaruhi perkecambahan ▪ Siklus hidup tumbuhan Angiospermae ▪ Siklus hidup tumbuhan berbiji	▪ Pengaruh tekanan udara, arah gerak angin, dan gaya gravitasi terhadap pemencaran biji anemokori ▪ Gaya apung pada buah kelapa membantu persebaran biji kelapa	

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Reproduksi tumbuhan Gymnospermae ▪ Fungsi sayap yang ada pada serbuk sari dan biji tumbuhan Gymnospermae ▪ Siklus hidup Gymnospermae	-	-
▪ Reproduksi tumbuhan paku ▪ Struktur daun tumbuhan paku	▪ Pecahnya kotak spora pada tumbuhan paku disebabkan berkurangnya kadar air pada kotak spora	-
▪ Reproduksi tumbuhan lumut	-	▪ Beberapa jenis lumut dapat membantu menyimpan nitrogen dan air dalam tanah
▪ Teknologi reproduksi pada tumbuhan ▪ Manfaat dari beberapa macam teknologi reproduksi	-	-

B. Perkembangbiakan pada Hewan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Reproduksi aseksual pada hewan ▪ Berbagai macam cara reproduksi aseksual pada hewan ▪ Fragmentasi dan regenerasi *Planaria* ▪ Reproduksi seksual pada hewan	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Perkembangbiakan berbagai macam hewan di lingkungan sekitar peserta didik	-	-
▪ Klasifikasi hewan yang bereproduksi secara seksual berdasarkan cara perkembangan dan kelahiran embrionya ▪ Bagian-bagian pada telur ▪ Sifat hermafrodit cacing tanah	▪ Suhu yang dibutuhkan pada proses pengeraman telur berbagai jenis hewan	▪ Susu yang dihasilkan oleh kelenjar mamae mengandung laktosa ▪ Kandungan zat dan ion yang terdapat pada kuning telur dan putih telur
▪ Siklus hidup hewan ▪ Peristiwa metamorfosis berbagai jenis hewan ▪ Pengendalian hama		

Materi Pengayaan :

- Hidroponik
- Vertikultur
- Kultur Jaringan Tumbuhan
- Inseminasi Buatan (Kawin Suntik)

Bab 3 Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

Kompetensi Dasar :

3.3. Menerapkan konsep pewarisan sifat dalam pemuliaan dan kelangsungan makhluk hidup.

4.3. Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan.

A. Molekul yang Mendasari Pewarisan Sifat

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Materi genetik ▪ Struktur DNA dan RNA ▪ Gambaran untaian molekul DNA dalam sel ▪ Pengertian ilmu genetika	-	▪ Struktur heliks DNA dan struktur kimia parsial DNA ▪ Struktur heliks RNA dan struktur kimia parsial RNA
▪ Peran materi genetik dalam penentuan sifat ▪ Sifat-sifat anggota keluarga ▪ Sifat dominan dan sifat resesif, fenotipe dan genotipe	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Kromosom laki-laki dan perempuan serta kromosom sel telur dan sel sperma ▪ Definisi autosom dan gonosom ▪ Diagram kromosom perkawinan laki-laki dan perempuan		

B. Hukum Pewarisan Sifat

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Gregor Mendel dijuluki sebagai Bapak Genetika ▪ Variasi pada tanaman kapri	-	-
▪ Persilangan monohibrida (satu sifat beda) ▪ Bagan persilangan monohibrida ▪ Bagan pemisahan gen pada saat pembentukan gamet ▪ Fenomena persilangan Mendel I (hukum I Mendel) ▪ Tabel Punnet ▪ Latihan soal persilangan monohibrida	-	-
▪ Persilangan dihibrida (dua sifat beda) ▪ Bagan persilangan dihibrida ▪ Hukum pemilihan bebas (hukum II Mendel)	-	-

C. Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup dan Kelainan Sifat yang Diturunkan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Model pewarisan warna kulit pada manusia ▪ Meramalkan sifat anak dari orang tua *carrier* albino ▪ Tipe perlekatan cuping telinga ▪ Pewarisan bentuk rambut ▪ Meramalkan sifat anak dari orang tua dengan rambut yang bergelombang	▪ Mutasi dapat disebabkan oleh sinar X, sinar UV, sinar gama, zat kimia berbahaya ▪ Bom atom yang meledak di Hiroshima dan Nagasaki menyebabkan daerah tersebut terpapar oleh zat radioaktif yang melepaskan radiasi berupa partikel alfa, partikel beta, dan sinar gama.	▪ Bom atom yang meledak di Hiroshima dan Nagasaki melepaskan radiasi yang membentuk radikal bebas, radikal bebas ini merupakan atom yang memiliki elektron yang tidak berpasangan sehingga tidak stabil
▪ Pewarisan bentuk pertumbuhan rambut pada dahi ▪ Pewarisan kelainan buta warna ▪ Pewarisan kelainan hemofilia		

D. Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan ▪ Pewarisan sifat dalam pemuliaan hewan ▪ Teknik tes DNA	-	-

Materi Pengayaan :

- Penentuan Golongan Darah
- Kanker

Bab 4 Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari

Kompetensi Dasar :

3.4 Menjelaskan konsep listrik statis dan gejalanya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk kelistrikan pada sistem saraf dan hewan yang mengandung listrik.

4.4 Menyajikan hasil pengamatan tentang gejala listrik statis dalam kehidupan sehari-hari.

A. Konsep Listrik Statis

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Senyawa yang dibutuhkan dan dihasilkan pada proses fotosintesis	▪ Muatan Listrik ▪ Gejala listrik statis ▪ Deret tribolistrik ▪ Cara kerja elektroskop	▪ Ion negatif dan ion positif
	▪ Hukum Coulomb ▪ Interaksi antara dua benda bermuatan listrik berkaitan dengan jarak kedua muatan ▪ Gaya Coulomb pada muatan listrik ▪ Menghitung besar gaya Coulomb	
	▪ Medan listrik ▪ Menghitung besar medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan	
	▪ Beda potensial dan energi listrik ▪ Mengidentifikasi benda-benda yang memiliki beda potensial ▪ Menghitung besar energi listrik dan beda potensial	▪ Petir adalah kilatan cahaya yang muncul akibat perpindahan elektron antara awan dan awan atau antara awan dan bumi

B. Penerapan Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Kelistrikan pada sel saraf ▪ Ilustrasi muatan listrik pada sel saraf ▪ Impuls listrik pada saraf manusia ▪ Bagian-bagian sel saraf ▪ Hewan-hewan penghasil listrik	▪ Penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar, seperti elektro kardio grafi (EKG), elektro ensefalo grafi (EEG), pengendap elektrostatis pada cerobong asap, pengecatan mobil, dan mesin fotokopi	▪ Sel saraf menghantarkan impuls karena terjadi pertukaran ion-ion di dalam dan di luar membran sel saraf

Materi Pengayaan :

- Medan Listrik

Bab 5 Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari

Kompetensi Dasar :

3.5 Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari termasuk sumber energi listrik alternatif, serta berbagai upaya menghemat energi listrik.

4.5 Menyajikan hasil rancangan dan pengukuran berbagai rangkaian listrik.

A. Konsep Listrik Dinamis

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Baterai buah ▪ Menghitung besar muatan dan jumlah elektron yang berpindah pada sel saraf	▪ Arus Listrik ▪ Menyalakan lampu dengan baterai ▪ Rangkaian listrik tertutup dan terbuka	▪ Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah, sedangkan arah aliran elektron dari kutub negatif ke kutub positif

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
		▪ Besar muatan listrik pada rangkaian tertutup ditentukan oleh jumlah elektron
▪ Menghitung besar hambatan listrik sel saraf	▪ Hantaran listrik ▪ Bahan isolator dan konduktor listrik ▪ Konduktor listrik ▪ Isolator listrik ▪ Semikonduktor listrik ▪ Prinsip kerja penangkal petir ▪ Hambatan jenis untuk setiap bahan ▪ Besar hambatan listrik pada kawat konduktor	▪ Arus listrik yang arahnya berlawanan dengan arah perpindahan elektron ▪ Molekul yang terdapat pada garam dan gula
		▪ Larutan garam merupakan salah satu jenis elektrolit karena dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan larutan gula disebut sebagai nonelektrolit karena tidak dapat menghantarkan arus listrik

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Rangkaian listrik ▪ Rangkaian lampu seri dan paralel ▪ Rangkaian baterai secara seri dan paralel ▪ Hubungan antara kuat arus, hambatan, dan tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik	-
	▪ Karakteristik rangkaian listrik ▪ Hukum Kirchhoff ▪ Rangkaian hambatan listrik seri dan paralel ▪ Menghitung besar hambatan pengganti suatu rangkaian ▪ Rangkaian GGL dan hukum Ohm pada rangkaian tertutup ▪ Menghitung hambatan total rangkaian, tegangan total, dan besar arus listrik	
-	▪ Sumber arus listrik	▪ Elemen volta, baterai, dan akumulator disebut sebagai elektrokimia

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Penggunaan kincir angin menimbulkan permasalahan bagi lingkungan, khususnya pada penurunan populasi burung. ▪ Bioenergi adalah energi yang diperoleh dari biomassa ▪ Interaksi antara akar tanaman dan bakteri tanah dapat menghasilkan energi listrik.	▪ Sumber-sumber energi listrik ▪ Berbagai macam sumber energi listrik alternatif antara lain energi matahari, energi angin (kincir angin), energi air, dan bioenergi ▪ Sumber energi listrik alternatif berupa energi nuklir, gas hidrogen, panas bumi, gelombang air laut, dan piezoelektrik ▪ Transmisi energi listrik	-

B. Penggunaan Energi Listrik, Upaya Penghematan, dan Pencegahan Bahaya Penggunaannya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Besar arus listrik dengan efek kejutan listrik pada tubuh manusia	▪ Teknologi dalam lingkungan ▪ Profil Thomas Alva Edison ▪ Menghitung biaya pemakaian listrik di rumah peserta didik masing-masing ▪ Korsleting ▪ Upaya penghematan energi listrik	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
	▪ Menghitung besar energi listrik yang digunakan penduduk Indonesia dan besar emisi karbon yang dihasilkan dari energi listrik ▪ Pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan	

Materi Pengayaan :

- Gaya Gerak Listrik (GGL) dan Tegangan Jepit (V) pada Rangkaian Listrik Terbuka dan Tertutup

Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya

Kompetensi dasar :

3.6 Menerapkan konsep kemagnetan, induksi elektromagnetik, dan pemanfaatan medan magnet dalam kehidupan sehari-hari termasuk pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi.

4.6 Membuat karya sederhana yang memanfaatkan prinsip elektromagnet dan/atau induksi elektromagnetik.

A. Kemagnetan Bumi dan Hubungannya dengan Migrasi Hewan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Migrasi Burung ▪ Migrasi Salmon	▪ Medan magnet bumi	
▪ Migrasi Penyu ▪ Migrasi Lobster Duri ▪ Magnet dalam tubuh Bakteri ▪ Migrasi paus yang dalam perjalanannya dan tidak tersesat/ terdampar di pantai	▪ Prinsip penggunaan kompas ▪ Magnetosome	▪ Aurora terjadi karena peristiwa ionisasi (lepasnya elektron dari nukleon) partikel listrik pada saat menabrak atmosfer bumi dan membentuk plasma lemah

B. Teori Dasar Kemagnetan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Konsep gaya magnet ▪ Sifat magnet bahan ▪ Sifat magnet pada berbagai bahan ▪ Benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet dikategorikan sebagai benda paramagnetik ▪ Percobaan membuat magnet ▪ Magnet elementer ▪ Penerapan elektromagnet dalam kehidupan sehari-hari ▪ Cara menghilangkan kemagnetan bahan ▪ Medan magnet ▪ Mengetahui medan magnet ▪ Induksi magnet ▪ Medan magnet di sekitar kawat berarus	-

C. Kemagnetan dalam Produk Teknologi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) ▪ Cara kerja MRI	▪ Kereta Maglev ▪ Pembangkit listrik tenaga nuklir ▪ Membuat generator sederhana	-

Materi Pengayaan :

- Gejala Kemagnetan Bumi (Kejanggalan-kejanggalan pada Kompas)

Bab 7 Bioteknologi

Kompetensi Dasar :

3.7 Menerapkan konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia

4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar

A. Bioteknologi dan Perkembangannya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Mengidentifikasi mikroorganisme yang berperan dalam produksi makanan atau minuman ▪ Prinsip bioteknologi konvensional ▪ Prinsip bioteknologi modern	-	-

B. Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
Bioteknologi pangan ▪ Pengertian Bioteknologi ▪ Bakteri yang berperan dalam pembuatan tape ▪ Bakteri yang berperan dalam pembuatan yoghurt. ▪ Bakteri yang berperan dalam pembuatan keju ▪ Jamur yang berperan dalam pembuatan tempe		▪ Reaksi kimia pada fermentasi tape ▪ Reaksi kimia pada fermentasi yoghurt ▪ Fungsi enzim renin dalam pembuatan keju ▪ Fungsi enzim protease dalam pembuatan tempe

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Jamur yang berperan dalam pembuatan kecap ▪ Proses pembuatan roti dibantu oleh yeast atau khamir ▪ Jamur yang berperan dalam pembuatan minuman beralkohol ▪ Perbandingan nilai gizi pada tempe dan kedelai ▪ Dampak dan upaya mengolah limbah yang dihasilkan dari industri tempe	-	▪ Pada pembuatan kecap, jamur akan merombak protein menjadi asam-asam amino, komponen rasa, asam, dan aroma khas ▪ Proses fermentasi pada pembuatan roti akan menghasilkan gas karbon dioksida dan alkohol ▪ Proses fermentasi pada pembuatan minuman beralkohol
Bioteknologi Pertanian ▪ Perbandingan antara jagung transgenik dan non transgenik ▪ Tanaman transgenik ▪ Teknik rekayasa genetik pada tanaman	-	-
Bioteknologi Peternakan ▪ Peningkatan produksi susu dilakukan dengan cara memproduksi hormon *bovine somatrotropin* (bST) ▪ Kloning	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
Bioteknologi Kesehatan ▪ Antibiotik penisilin ▪ Mekanisme pembentukan antibodi ▪ Prosedur pembentukan antibodi monoklonal	-	-
Bioteknologi Lingkungan ▪ Peran bakteri dalam pemisahan bijih besi (bioremidiasi) ▪ Fitoremediasi	-	▪ Pemecahan molekul minyak menjadi karbon dioksida (CO_2) dalam proses bioremidiasi
Bioteknologi Forensik ▪ Pemanfaatan DNA *fingerprinting*	-	-

C. Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Dampak pengembangan organisme transgenik ▪ Reaksi alergi tanaman transgenik pada orang tertentu ▪ Dampak tanaman transgenik bagi ekosistem	-	-

Materi Pengayaan :

- Rekayasa Buah Tanpa Biji
- Peningkatan Produksi Hasil Peternakan

Bab 8 Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

Kompetensi Dasar :

3.8 Menghubungkan konsep partikel materi (atom, ion, molekul), struktur zat sederhana dengan sifat bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari- hari, serta dampak penggunaannya terhadap kesehatan manusia.

4.8 Menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat dan pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari.

A. Molekul dalam Benda dan Makhluk Hidup

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Proses fotosintesis	▪ Matahari sebagai sumber energi utama untuk menjalankan reaksi fotosintesis	▪ Atom penyusun molekul glukosa ▪ Proses kimia dalam siklus nitrogen ▪ Perbedaan struktur senyawa amilum pada kentang dan selulosa pada kayu ▪ Unsur penyusun tubuh manusia

B. Atom dan Partikel Penyusunnya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Gondok merupakan penyakit yang disebabkan kekurangan Iodin (I) ▪ Terdapat unsur tertentu di alam yang berbahaya bagi kesehatan manusia ▪ Kasus pencemaran di Teluk Minamata akibat merkuri (Hg)	▪ Lampu yang berisi gas mulia berbeda-beda dan kembang api dapat memendarkan cahaya yang berwarna-warni ▪ Prinsip kerja mikroskop elektron ▪ Sinar-X atau Rontgen untuk mendiagnosis suatu penyakit	▪ Partikel subatom ▪ Model sederhana atom ▪ Perkembangan teori atom ▪ Model atom Dalton pada beberapa jenis molekul

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	-	▪ Nomor atom dan nomor massa ▪ Tabel atom dan partikel penyusunnya ▪ Cara mengukur umur fosil

C. Prinsip Pembentukan Molekul dan Ion

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pentingnya ion bagi kehidupan ▪ Mekanisme transpor oksigen dan karbon dioksida di dalam tubuh ▪ Cara kerja AC Plasma Cluster dalam membunuh bakteri dan virus	-	▪ Konfigurasi elektron ▪ Model atom Bohr ▪ Ion
▪ Komposisi ion dalam minuman isotonik serta peranan ion-ion tersebut bagi tubuh manusia		▪ Mengelompokkan kation dan ion yang ada pada minuman penyegar serta membandingkan jenis-jenis ion yang ada pada beberapa minuman penyegar ▪ Penggunaan bersama elektron beberapa molekul ▪ Mengidentifikasi unsur melalui pembakaran

D. Sifat Zat dan Hubungannya dengan Partikel Penyusun dan Strukturnya

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
-	▪ Sifat fisika zat (kerapatan, kekerasan, elastisitas, daya hantar, viskositas, kemagnetan,titik didih, titik beku, dan titik leleh)	▪ Sifat kimia (kestabilan, kereaktifan, dan korosifitas)

Materi Pengayaan :

- Nanoteknologi

Bab 9 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Kompetensi Dasar :

3.9 Menghubungkan sifat fisika dan kimia tanah, organisme yang hidup dalam tanah, dengan pentingnya tanah untuk keberlanjutan kehidupan.

4.9 Menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat-sifat tanah dan pentingnya tanah bagi kehidupan.

A. Peranan Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Peranan tanah sebagai tempat hidup hewan dan bakteri ▪ Peran tanah bagi kehidupan ▪ Tanah penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia ▪ Tanah menyediakan dan menyaring air ▪ Organisme tanah sebagai dekomposer	▪ Sifat fisika tanah (tekstur Tanah) ▪ Menentukan tekstur tanah ▪ Menentukan sifat tanah	▪ Salah satu peran organisme tanah adalah sebagai pereaksi kimia ▪ Akar tumbuhan mampu menghasilkan zat yang bersifat asam, sehingga dapat membantu pelapukan batuan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Organisme tanah sebagai pengurai polutan dalam tanah ▪ Organisme tanah sebagai pencegah penyakit tanah ▪ Organisme tanah sebagai pemberi pengaruh terhadap tekstur tanah ▪ Perbedaan tanah liat dan lempung ▪ Organisme tanah mengatur kegemburan dan struktur tanah		

B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Proses pembentukan tanah ▪ Peran tumbuhan dalam mencegah erosi ▪ Komponen tanah antara lain batuan, udara, humus, air, mineral, dan komponen organik lain.	▪ Beberapa faktor fisik yang memengaruhi pelapukan ▪ Tanah yang berwarna gelap akan lebih cepat menyerap panas daripada tanah yang berwarna terang (warna tanah memengaruhi temperatur dan kelembapan tanah)	▪ Batuan adalah bahan padat yang tersusun dari campuran mineral dan senyawa dengan berbagai komposisi ▪ Macam-macam mineral dalam tanah ▪ pH tanah ▪ Mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah ▪ Perbedaan antara pupuk alami dan kimia

C. Upaya Menjaga Kelestarian Tanah

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Pengelolaan tanah menggunakan tanaman penutup atau dengan reboisasi ▪ Pengolahan tanah yang tepat untuk pertanian monokultur	▪ Upaya mengurangi erosi dengan terasering	▪ Mengurangi penggunaan pupuk kimia ▪ Senyawa anorganik dalam pupuk kimia

Materi Pengayaan :

- Geologi: Proses Pembentukan Struktur Lapisan Tanah Tanah

Bab 10 Teknologi Ramah Lingkungan

Kompetensi Dasar :

3.10 Menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan.
4.10 Menyajikan karya tentang proses dan produk teknologi sederhana yang ramah lingkungan.

A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Prinsip teknologi ramah lingkungan	▪ Penggunaan energi dengan berbagai macam sumber energi dalam kehidupan sehari-hari ▪ Perbedaan antara bus dan mobil tenaga surya	-

B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Biogas diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob ▪ Emisi CO_2 dari *hydropower* dapat mengganggu ekosistem di daerah muara ▪ Biopori ▪ Fitoremediasi ▪ Toilet pengompos ▪ Pemurnian air secara biologis ▪ *Biopulping*	▪ Perubahan energi matahari menjadi energi listrik dalam panel sel surya. ▪ Perubahan energi gerak menjadi energi listrik (prinsip kerja *hydropower*) ▪ Pembangkit listrik tenaga angin (*wind power*) ▪ Geotermal ▪ Perubahan energi yang terjadi pada kendaraan hidrogen ▪ Teknologi pemurnian air secara fisika ▪ Teknologi osmosis balik	▪ Proses pembuatan etanol (C_2H_5OH) dari fermentasi karbohidrat ▪ Proses fermentasi pada pembuatan biogas mengubah zat organik menjadi gas metana (CH_4) sebesar 75%, dan gas lainnya seperti karbon dioksida, hidrogen dan hidrogen sulfida. ▪ *Fuel cell* dan *hydrogen power* ▪ Reaksi kimia antara H_2 dan O_2

C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian

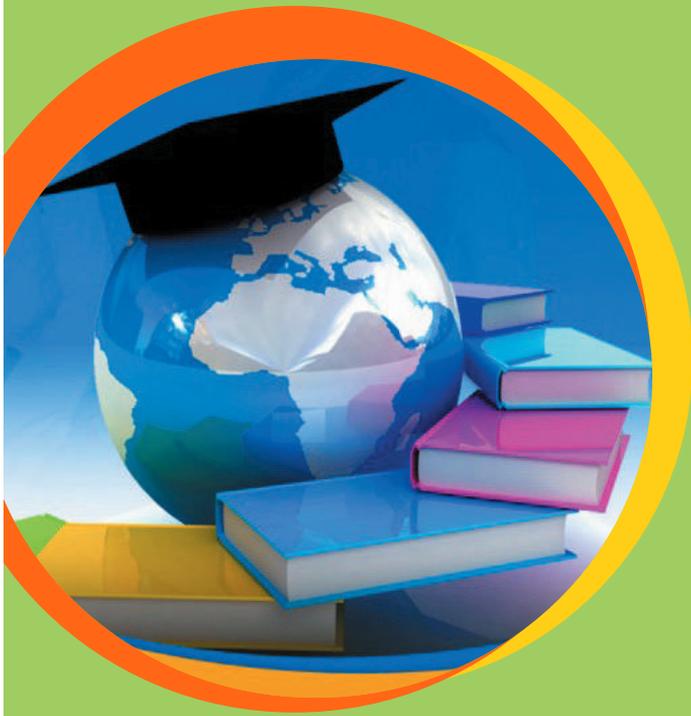
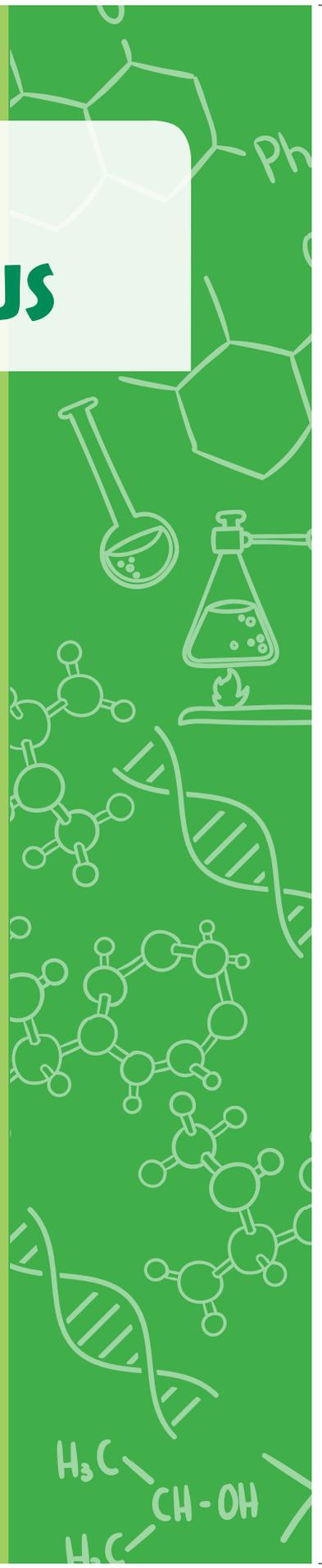
Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Penerapan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari	-	-

D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	**Fisika**	**Kimia**
▪ Dampak polusi udara bagi kehidupan manusia dan lingkungan alam	▪ Mengenal potensi energi alternatif di lingkungan sekitar	▪ Teknologi pengolahan minyak bumi ▪ Alat penyulingan minyak bumi ▪ Produksi minyak dari bebatuan dan pasir
		▪ Teknologi pengolahan batu bara ▪ Dampak penggunaan batu bara secara terus menerus

Materi Pengayaan :

- Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

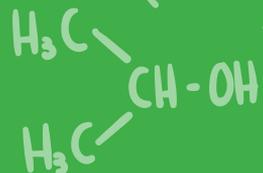
BAGIAN II: PETUNJUK KHUSUS

Petunjuk Khusus ini berisikan petunjuk atau panduan secara detail bagi guru dalam melakukan pembelajaran sesuai dengan bab atau materi yang terkait.

Motivasi untuk Guru

Sesuatu yang terjadi di dalam kehidupan kita bukanlah sebuah kebetulan. Banyak hal yang terjadi dalam menjalani manis pahitnya kehidupan berdasarkan karakter dan nilai yang kita pegang. Karakter dan nilai yang kita pegang, tidak tumbuh begitu saja, tetapi melalui suatu proses panjang. Banyak yang tidak sadar bahwa pembentukan karakter, nilai, dan jati diri berawal dari lingkungan pendidikan. Banyak dari kita yang tidak sadar bahwa peran seorang guru sangat berpengaruh terhadap kehidupan generasi penerus bangsa.

Betapa mulianya menjadi seorang guru. Guru bukan sekadar profesi yang dapat menghasilkan berlembar-lembar uang, tetapi lebih dari itu. Guru bekerja bukan hanya untuk dirinya sendiri dan keluarganya saja, melainkan untuk beribu-ribu, bahkan berjuta-juta umat manusia di bumi. Menjadi seorang guru tidak hanya sekadar berdiri di depan kelas dan menjelaskan ilmu pengetahuan kepada anak didiknya. Namun juga, mendidik dengan nilai-nilai kebaikan sebagai bekal masa depan anak bangsa, dengan harapan mereka akan mengubah dunia menjadi lebih baik.

Di dunia ini banyak orang hebat yang mampu menghasilkan beberapa karya yang bermutu dan memiliki manfaat besar. Namun seorang guru yang bermutu dan profesional dapat melahirkan ribuan orang hebat. Ilmu, kasih sayang, didikan, dan segala langkah guru, bahkan keringatnya juga akan terus mengalir menjadi sejarah keberhasilan setiap manusia.

Petunjuk Pembelajaran: Sistem Reproduksi pada Manusia

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 1 pada buku ini memuat materi tentang sistem reproduksi pada manusia. Pada bagian pertama bab ini, peserta didik akan mempelajari pembelahan sel yang mencakup pembelahan sel mitosis dan meiosis. Materi ini diberikan untuk memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi spermatogenesis dan oogenesis. Pada bagian kedua bab ini, peserta didik akan mempelajari mengenai struktur dan fungsi organ-organ yang terdapat pada sistem reproduksi manusia, baik laki-laki maupun perempuan. Setelah mempelajari organ dan fungsi tiap-tiap organ, peserta didik akan mempelajari materi spermatogenesis, oogenesis, siklus menstruasi, fertilisasi, dan kehamilan, serta tahap perkembangan bayi dalam kandungan sampai pada gaya dorong dan gaya gesek yang terjadi pada proses melahirkan. Pada bagian ketiga bab ini, peserta didik akan mempelajari mengenai penyakit pada sistem reproduksi manusia dan upaya pencegahannya.

Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi; menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, atau pun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada bab 1, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat poster tentang upaya pencegahan penularan penyakit seksual. Apabila peserta didik telah selesai menyusun poster, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.1 Menghubungkan sistem reproduksi pada manusia dan gangguan pada sistem reproduksi dengan penerapan pola hidup yang menunjang kesehatan reproduksi.

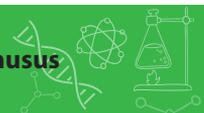
4.1 Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait kesehatan dan upaya pencegahan gangguan pada organ reproduksi.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.1 dan KD 4.1.

3.1.1 Mendeskripsikan fase-fase pembelahan mitosis dan meiosis.

3.1.2 Menjelaskan ciri setiap fase pembelahan mitosis dan meiosis.

3.1.3 Menjelaskan karakter atau sifat sel anakan hasil pembelahan mitosis dan meiosis.

3.1.4 Mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan perempuan.
3.1.5 Menjelaskan fungsi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan perempuan.
3.1.6 Mendeskripsikan manfaat berkhitan.
3.1.7 Menuliskan fungsi beberapa zat yang dihasilkan oleh kelenjar vesikula seminalis.
3.1.8 Mengidentifikasi proses pembentukan sperma (spermatogenesis) dan proses pembentukan sel telur (oogenesis).
3.1.9 Mendeskripsikan proses pembentukan sel telur (oogenesis).
3.1.10 Menerapkan konsep pembelahan meiosis pada proses spermatogenesis dan oogenesis.
3.1.11 Mendeskripsikan siklus menstruasi yang terjadi pada dinding rahim
3.1.12 Menjelaskan jenis dan fungsi hormon yang berperan pada siklus menstruasi.
3.1.13 Membuat grafik level hormon dalam siklus menstruasi.
3.1.14 Mendeskripsikan proses fertilisasi dan kehamilan.
3.1.15 Menjelaskan proses perkembangan janin selama dalam kandungan.
3.1.16 Mendeskripsikan fungsi cairan ketuban bagi janin.
3.1.17 Menjelaskan gaya dorong dan gaya gesek yang terjadi pada proses melahirkan.
3.1.18 Menjelaskan berbagai macam penyakit pada sistem reproduksi manusia.
3.1.19 Menjelaskan upaya pencegahan penyakit pada sistem reproduksi manusia.
4.1.1 Menyajikan laporan hasil studi tentang penyakit pada sistem reproduksi.
4.1.2 Membuat poster tentang upaya pencegahan dan penularan penyakit seksual.

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian bab 1 tentang sistem reproduksi pada manusia diperkirakan memerlukan waktu kurang lebih 13 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

Tabel 1.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Pembelahan sel ▪ Pembelahan mitosis ▪ Pembelahan meiosis ▪ Pembentukan sel kelamin melalui pembelahan meiosis Struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia ▪ Organ reproduksi pada laki-laki ▪ Struktur dan fungsi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki ▪ Fungsi zat-zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis ▪ Proses pembentukan sel sperma (spermatogenesis)
2	Struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia ▪ Organ reproduksi pada perempuan ▪ Struktur dan fungsi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan ▪ Proses pembentukan sel telur (oogenesis)
3	Struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia ▪ Grafik level hormon dalam siklus menstruasi ▪ Fertilisasi dan kehamilan ▪ Tahap perkembangan embrio ▪ Ultrasonografi (USG) ▪ Fungsi cairan ketuban (sebagai antibakteri) ▪ Gaya gesek dan gaya dorong yang terjadi pada saat melahirkan ▪ Peristiwa bayi kembar
4	Penyakit pada sistem reproduksi manusia dan upaya pencegahannya ▪ Penyakit pada sistem reproduksi manusia ▪ Upaya pencegahan penyakit sistem reproduksi manusia
5	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Pembelahan sel sangat penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup. Ada tiga alasan penting sel mengalami pembelahan, yaitu untuk pertumbuhan, perbaikan, dan reproduksi.

b. Menurut teori sel, semua sel hidup berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya (*omnis cellula e cellula*). Teori ini dinyatakan oleh Rudolf Virchow pada tahun 1855. Pembentukan sel-sel baru atau anakan dari sel yang sudah ada sebelumnya dapat terjadi melalui proses pembelahan sel. Pembelahan sel dibedakan menjadi pembelahan mitosis dan meiosis.

c. Pembelahan mitosis merupakan tipe pembelahan sel yang menghasilkan 2 sel anakan yang mempunyai karakter sama dengan sel induk. Jumlah kromosom yang dimiliki oleh sel anakan adalah 2n atau disebut dengan diploid. Sel diploid adalah sel yang kromosomnya berpasangan (2n). Tahapan pada pembelahan mitosis, yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Pembelahan ini terjadi pada sel-sel tubuh (sel somatik) makhluk hidup.

d. Pembelahan meiosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan 4 sel anakan yang memiliki kromosom haploid (n) yang berasal dari sel induk diploid (2n). Sel haploid adalah sel yang kromosomnya tidak berpasangan (n). Pembelahan meiosis berlangsung dalam dua tingkat, yaitu meiosis I dan meiosis II. Tahapan pembelahan pada meiosis I yaitu, profase I, metafase I, anafase I, dan telofase I. Tahapan pembelahan pada meiosis II yaitu, profase II, metafase II, anafase II, dan telofase II. Pembelahan ini hanya terjadi pada sel kelamin.

e. Struktur organ reproduksi manusia terdiri atas organ reproduksi atau alat kelamin luar dan dalam. Alat kelamin luar merupakan alat kelamin yang terletak pada bagian luar tubuh atau dapat diamati secara langsung. Alat kelamin dalam merupakan alat kelamin yang terletak pada bagian dalam tubuh dan tidak dapat diamati secara langsung.

f. Pada laki-laki, alat kelamin luar adalah penis dan skrotum, dan alat kelamin dalam meliputi testis, saluran sperma (tersusun atas epididimis, vas deferens, dan uretra), dan kelenjar reproduksi (terdiri atas vesikula seminalis, kelenjar prostat, dan kelenjar cowper atau bulbouretra).

g. Pada anak laki-laki yang berusia 13 atau 14 tahun, testis mulai memproduksi sel kelamin laki-laki yang disebut sperma dan hormon testosteron. Proses pembentukan sperma ini disebut spermatogenesis. Spermatogenesis terjadi di testis. Proses pembentukan sperma bermula dari sel induk sperma atau spermatogonium (2n). Selanjutnya, sel spermatogonium membelah secara mitosis membentuk sel spermatosit primer (2n). Spermatosit primer membelah secara meiosis membentuk dua sel spermatosit sekunder (n). Setiap sel spermatosit sekunder melanjutkan pembelahan meiosis membentuk dua sel spermatid. Selanjutnya, spermatid mengalami diferensiasi atau perkembangan menjadi spermatozoa.

h. Hormon testosteron memiliki banyak fungsi, antara lain: mengatur perkembangan dan fungsi alat kelamin laki-laki, serta mengatur perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder laki-laki. Hormon testosteron ini mulai aktif saat anak laki-laki memasuki masa pubertas.

i. Pada perempuan alat kelamin luar adalah vulva dan labium, sedangkan yang termasuk alat kelamin dalam yaitu ovarium dan saluran kelamin yang terdiri atas saluran telur (*tuba fallopii*), rahim (uterus), dan vagina.

j. Sel kelamin perempuan disebut ovum atau sel telur. Proses pembentukan sel telur disebut oogenesis. Oogenesis terjadi di ovarium. Oogenesis dimulai pada saat seorang perempuan berada dalam kandungan. Sel primordial akan membelah secara mitosis membentuk oogonium (2n). Oogonium membelah secara mitosis membentuk oosit primer (2n). Oosit primer akan membelah secara meiosis I dan menghasilkan dua sel yang ukurannya tidak sama, yaitu oosit sekunder (berukuran besar) dan polosit atau badan polar primer (berukuran kecil). Oosit sekunder akan melanjutkan pembelahan yaitu meiosis II sehingga terbentuk ootid dan badan polar sekunder. Begitu pula badan polar primer, akan membelah menghasilkan dua badan polar sekunder. Pada akhirnya ootid akan berkembang menjadi ovum.

k. Setiap bulan ovum yang matang akan dilepaskan. Proses pelepasan sel telur dari indung telur (ovarium) disebut ovulasi. Biasanya setiap ovarium bergiliran melepaskan ovum (sel telur) setiap bulan.

l. Ovarium menghasilkan hormon perempuan yaitu estrogen dan progesteron. Hormon ini mengatur siklus menstruasi dan juga mengatur perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder pada perempuan.

m. Menstruasi merupakan suatu keadaan alami pada perempuan, yang ditandai dengan keluarnya darah, cairan jaringan, lendir, dan sel-sel epitel yang menyusun dinding rahim. Menstruasi terjadi apabila sel telur tidak dibuahi oleh sel sperma.

n. Siklus menstruasi dibagi menjadi beberapa fase sebagai berikut.

   1) Fase pertama adalah fase menstruasi. Pada fase ini hormon *follicle stimulating hormone* (FSH) memicu berkembangnya folikel dalam ovarium. Pada proses perkembangan folikel, ada beberapa folikel yang berkembang, tetapi hanya ada satu folikel yang dapat terus berkembang tiap bulannya. Pada saat ini, dinding rahim luruh dan seorang perempuan mengalami menstruasi.
   2) Fase kedua adalah fase proliferasi. Fase ini ditandai dengan menebalnya dinding rahim. Penebalan dinding rahim ini dipicu oleh hormon estrogen dan hormon progesteron yang dihasilkan oleh folikel pada saat awal perkembangannya.

3) Fase ketiga adalah fase sekretori. Fase ini terjadi setelah folikel melepaskan sel telur dan berubah menjadi korpus luteum. Jika pada saat itu sel telur tidak dibuahi oleh sperma (tidak terjadi fertilisasi), akan dikirimkan sinyal tertentu pada korpus luteum untuk tidak memproduksi hormon estrogen dan progesteron lagi. Dengan demikian, pada fase ini jumlah hormon estrogen dan progesteron pada perempuan rendah. Rendahnya hormon estrogen dan progesteron mengakibatkan jaringan penyusun dinding rahim rusak dan pembuluh darah yang ada pada dinding rahim pecah, sehingga perempuan akan mengalami menstruasi.

o. Fertilisasi merupakan proses peleburan inti sel sperma dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot. Proses fertilisasi ini terjadi di dalam *tuba fallopii*. Setelah terjadi fertilisasi, zigot yang terbentuk akan melakukan pembelahan dan berkembang menjadi embrio yang selanjutnya tertanam ke dalam endometrium (mengalami implantasi), pada kondisi ini seseorang mengalami kehamilan.

p. Perkembangan embrio dalam kandungan dapat dibagi menjadi beberapa periode, yaitu trimester pertama, trimester kedua, dan trimester ketiga.

q. Penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi manusia antara lain gonore, sifilis, herpes simplex genitalis, HIV/AIDS, keputihan, dan epididimitis.

r. Penyakit pada sistem reproduksi dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor penyebab penyakit adalah kurang menjaga kebersihan organ reproduksi. Apabila kebersihan organ reproduksi kurang dijaga, akan dapat terjangkit penyakit yang disebabkan oleh jamur, bakteri, atau pun parasit lain.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran bab 1 tentang sistem reproduksi pada manusia guru dapat menerapkan model pembelajaran, *Group Investigation (GI)*, *discovery learning,* atau pun *Creative Problem Solving (CPS)*, dan model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

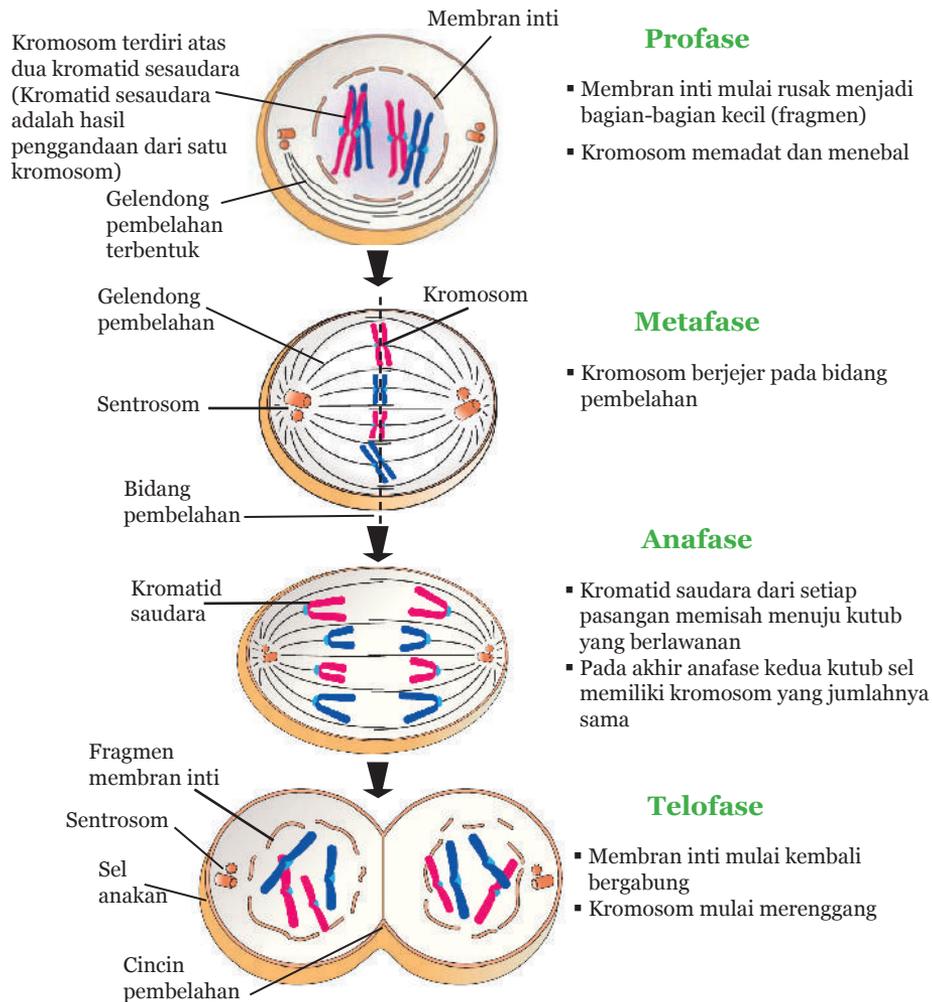
Pertemuan 1
Materi: Pembelahan Sel

Sebelum mempelajari materi tentang struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia, peserta didik terlebih dahulu mempelajari tentang pembelahan sel. Tujuan dari peserta didik mempelajari materi ini agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi spermatogenesis dan

oogenesis. Oleh karena pada kedua materi tersebut akan digunakan konsep tentang pembelahan meiosis. Kendati demikian, guru juga dapat mengajak peserta didik mempelajari materi pembelahan sel tepat sebelum materi spermatogenesis dan oogenesis dipelajari oleh peserta didik.

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberi kesempatan untuk lahir di dunia sehingga dapat melihat keindahan berbagai ciptaan-Nya.
b. Kemudian, guru menceritakan bahwa pada awalnya manusia hanya berasal dari satu sel (zigot). Sel tersebut selanjutnya mengalami pembelahan secara terus-menerus, sehingga pada saat manusia telah dewasa, jumlah seluruh sel yang ada di dalam tubuhnya sekitar 200 triliun. Berdasarkan pernyataan tersebut, kemudian peserta didik diminta untuk menjelaskan satu alasan mengapa sel mengalami pembelahan?
c. Guru menjelaskan tentang tiga alasan pentingnya sel mengalami pembelahan. Selanjutnya, peserta didik mempelajari bahwa pembelahan sel dibedakan menjadi dua, yaitu pembelahan mitosis dan pembelahan meiosis. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami pembelahan sel, peserta didik dapat mencermati Gambar 1.2 dan 1.3 yang terdapat pada Buku Siswa.

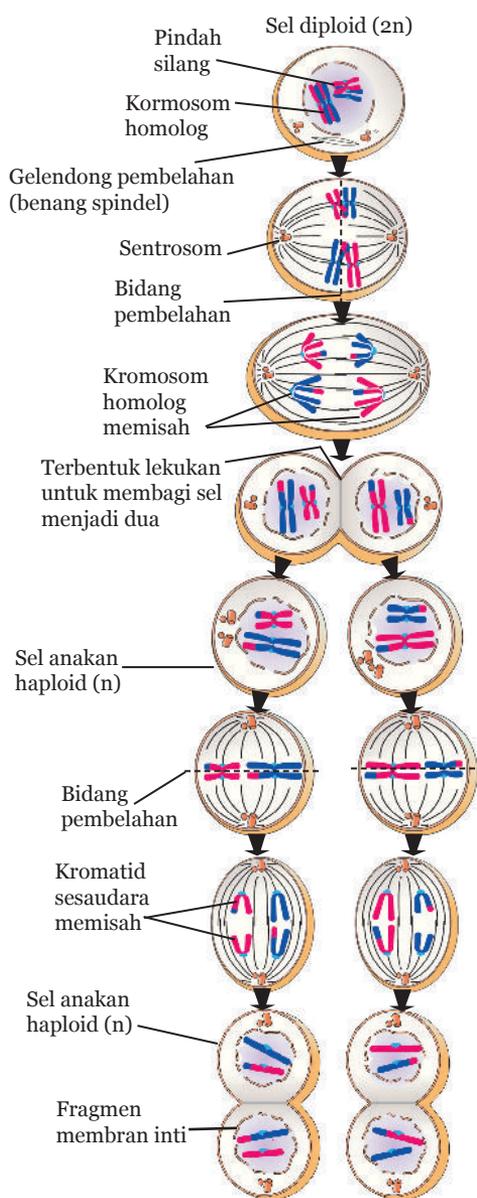
1. Pembelahan Mitosis

a. Pada saat mengajarkan materi ini, guru dapat menggunakan metode diskusi atau pun dengan metode lainnya yang menurut guru sesuai dan memudahkan peserta didik untuk memahami materi ini.
b. Hal yang harus dipahami oleh peserta didik pada materi ini antara lain fase-fase pembelahan mitosis, sifat atau karakter hasil anakan yang dihasilkan dari pembelahan mitosis, dan tempat terjadinya pembelahan mitosis. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami fase-fase pembelahan dan ciri-ciri yang terjadi pada setiap fase pembelahan, guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mencermati gambar tentang fase-fase pembelahan mitosis.

Sumber: Solomon *et al.*, 2008

Gambar 1.1 Fase-fase Pembelahan Mitosis

2. Pembelahan Meiosis

a. Seperti pada saat mengajarkan materi pembelahan mitosis, pada saat mengajarkan materi ini, guru dapat menggunakan metode diskusi atau pun dengan metode lainnya yang menurut guru sesuai dan memudahkan peserta didik untuk memahami materi ini.

b. Hal yang harus dipahami oleh peserta didik pada materi ini antara lain fase-fase pembelahan meiosis, sifat atau karakter hasil anakan yang dihasilkan dari pembelahan meiosis, dan tempat terjadinya pembelahan meiosis. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami fase-fase pembelahan dan ciri-ciri yang terjadi pada setiap fase pembelahan, guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mencermati gambar tentang fase-fase pembelahan meiosis.

Sumber: Solomon *et al.*, 2008

Gambar 1.2 Fase-fase Pembelahan Meiosis

c. Peserta didik dibimbing untuk menjawab pertanyaan yang ada pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan". Peserta didik akan dapat menjawab pertanyaan ini dengan benar jika peserta didik telah memahami konsep pembelahan meiosis dengan baik. Apabila peserta didik mengalami kesulitan untuk menjawab pertanyaan tersebut, guru dapat membantu menjawab pertanyaan tersebut dengan mengingatkan peserta didik dengan konsep sifat atau karakter anakan yang dihasilkan pada pembelahan meiosis.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Pembentukan sel kelamin terjadi melalui pembelahan meiosis agar keturunan (individu baru) mempunyai kombinasi sifat dari kedua induk dan tetap memiliki kromosom (2n). Hal yang perlu diingat di sini adalah pembelahan meiosis disebut juga pembelahan reduksi, karena sel yang dihasilkan dari pembelahan meiosis memiliki kromosom yang jumlahnya setengah dari jumlah kromosom sel induk. Apabila jumlah kromosom sel induk 2n, jumlah kromosom sel anakannya adalah n. Dengan demikian, jumlah kromosom sperma maupun sel telur adalah n. Pada peristiwa fertilisasi terbentuk zigot. Zigot tersebut memperoleh kromosom dari sel sperma (n) dan kromosom sel ovum (n) sehingga zigot mempunyai kromosom (2n). Selanjutnya, zigot akan berkembang menjadi individu baru yang kromosomnya juga 2n sama dengan induknya.

3. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi pada Manusia

a. Agar dapat menarik perhatian peserta didik, guru dapat memulai materi ini dengan mengingatkan bahwa pada awalnya, manusia berasal dari satu sel. Akan tetapi, karena sel tersebut mengalami pembelahan, akibatnya jumlah sel manusia pada saat dewasa sekitar 200 triliun. Selanjutnya, sel-sel tersebut mengalami perubahan bentuk dan fungsi (berdiferensiasi). Sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama akan bergabung menjadi satu untuk membentuk suatu jaringan.

b. Peserta didik menceritakan kepada teman sebangkunya tentang hierarki kehidupan dari mulai sel hingga terbentuk individu.

c. Setelah peserta didik menceritakan hierarki kehidupan kepada teman sebangkunya, guru hendaknya mengarahkan peserta didik agar mengagumi keteraturan serta kompleksitas manusia sebagai salah satu makhluk ciptaan Tuhan. Selain itu, peserta didik juga diingatkan untuk senantiasa berterima kasih serta menghormati orang tua, terutama ibu, karena ibu telah mengandung kita selama sembilan bulan sepuluh hari, menyusui, memberi kasih sayang, mendidik, dan masih banyak lagi pengorbanan dari ibu yang tidak dapat kita hitung.

d. Agar perasaan peserta didik benar-benar dapat tersentuh, guru juga dapat memutarkan video yang mengisahkan tentang perjuangan serta pengorbanan ibu atau ayah dalam membesarkan dan mendidik putra-putrinya.

e. Selanjutnya, guru memberikan beberapa pertanyaan yang mengarahkan peserta didik memasuki materi Sistem Reproduksi pada Manusia. Berikut ini contoh pertanyaan yang dapat disampaikan oleh guru. 1) Bagaimana ibu dapat mengandung? 2) Apakah ibu dapat mengandung tanpa kehadiran ayah kita? Setelah peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, guru memberikan penjelasan sebagai berikut. Ibu kita dapat mengandung karena adanya ayah. Dari pernikahan ayah dan ibu dihasilkan keturunan yaitu lahirnya kamu. Ayah dan ibu dapat mempunyai keturunan karena memiliki sistem reproduksi. Tanpa sistem reproduksi ini, maka niscaya kita tidak dapat lahir di dunia dan umat manusia akan punah.

4. Organ Reproduksi pada Laki-Laki

a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik menyelesaikan Aktivitas 1.1 Melengkapi Gambar Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki yang terdapat pada fitur ”Ayo, Kita Lakukan”. Sebelum peserta didik menyelesaikan tugas ini, guru dapat membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok dengan anggota berjumlah 4 – 5 orang untuk setiap kelompok.

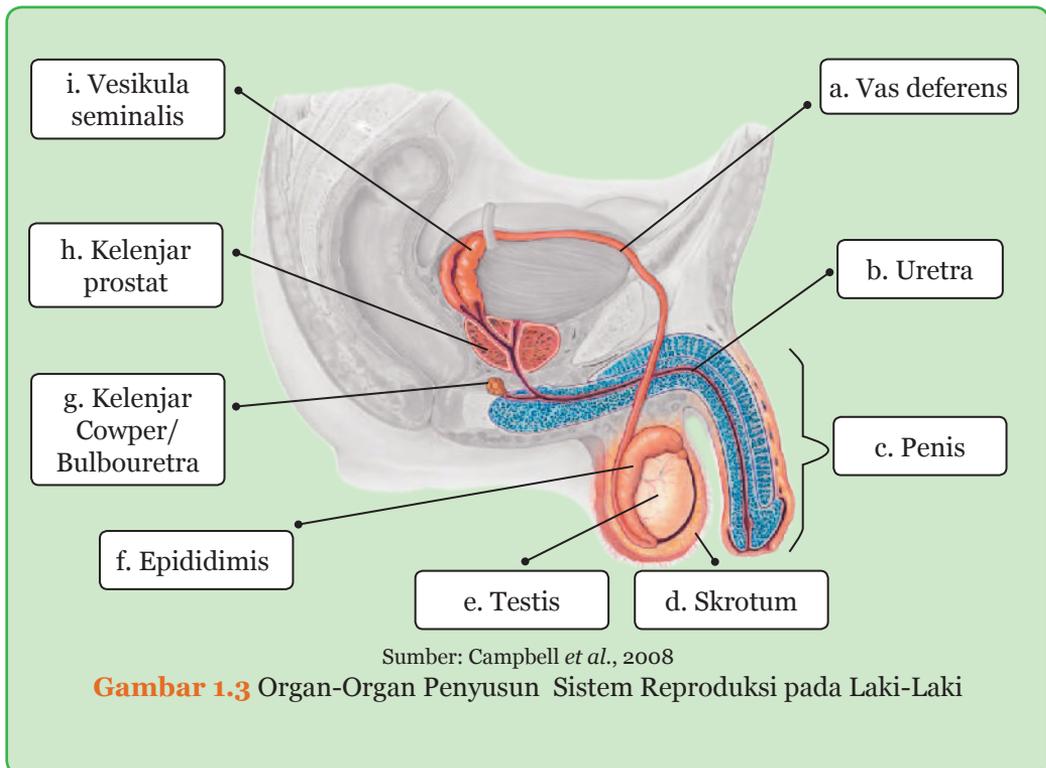
b. Pada tugas ini, peserta didik mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki. Agar peserta didik dapat dengan mudah menyelesaikan tugas ini, hal pertama yang harus dilakukan peserta didik adalah mencermati Gambar 1.4 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki. Setelah itu, peserta didik membaca Tabel 1.1 Struktur dan Fungsi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-laki. Setelah membaca Tabel 1.1, peserta didik dapat mengisi titik-titik yang terdapat pada Gambar 1.4 di Buku Siswa

c. Agar dapat menunjang ketercapaian Kompetensi Sikap Sosial, guru dapat mengingatkan peserta didik untuk membaca dan mencermati Tabel 1.1 dan melengkapi Gambar 1.4 dengan teliti dan cermat. Selain itu, guru juga perlu mengingatkan agar peserta didik bekerja sama dengan teman satu kelompoknya selama menyelesaikan tugas ini.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.1 Mengidentifikasi Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 1.3 Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-Laki

d. Agar peserta didik dapat memahami fungsi dari tiap-tiap organ reproduksi laki-laki, peserta didik membaca paparan materi tentang organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki yang terdapat pada Buku Siswa.

e. Selanjutnya, peserta didik menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pikirkan" tentang manfaat berkhitan. Selain itu, peserta didik juga membaca materi yang terdapat pada fitur "Tahukah Kamu" yang berisi materi tentang fungsi hormon testosteron. Berkaitan dengan kedua tugas ini, apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, guru dapat meminta peserta didik menyelesaikannya di luar jam pelajaran.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Khitan adalah proses pemotongan/penghilangan bagian yang berbentuk lipatan kulit yang terletak pada ujung penis, bagian itu disebut kulup (*prepuce*). Ada beberapa manfaat dikhitan, antara lain: mengurangi risiko infeksi saluran kemih, mengurangi risiko kanker penis, dan mengurangi risiko terinfeksi penyakit menular seksual.

f. Selanjutnya, peserta didik diberi tugas mencari informasi tentang fungsi zat-zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis. Peserta didik dapat mencari informasi terkait masalah tersebut dengan cara bertanya kepada orang yang ahli di bidangnya, membaca buku-buku di perpustakaan atau pun melalui internet. Apabila sebagian besar peserta didik mencari informasi melalui internet, hendaknya terlebih dahulu guru memberikan nasihat kepada peserta didik untuk memfokuskan pencarian informasinya pada materi yang dituju. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik dapat dengan bijaksana memanfaatkan internet, sehingga tidak menggunakan media ini untuk mencari informasi yang bersifat negatif dan tidak bermanfaat, misalnya hal-hal yang bersifat porno. Sebagaimana tugas sebelumnya, apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, guru dapat meminta peserta didik menyelesaikannya di luar jam pelajaran.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Tabel 1.2 Zat yang Dihasilkan Kelenjar Vesikula Seminalis

Nama Zat	Fungsi
Zat yang bersifat basa	Menetralkan cairan urine yang bersifat asam yang tertinggal pada uretra
Fruktosa	Sumber energi utama atau sumber makanan bagi sperma
Hormon Prostaglandin	Merangsang kontraksi otot polos pada saluran reproduksi, sehingga sperma lebih mudah dipindahkan dari tempat penyimpanan (pada pria) ke oviduk (perempuan)

Nama Zat	Fungsi
Protein pembekuan	Untuk pembekuan atau koagulasi semen setelah terjadi proses koagulasi

g. Peserta didik membaca materi yang terdapat pada fitur ”Tahukah Kamu?” yang berisi tentang kelainan *Benign Prostatic Hyperplasia* (BPH). Apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, guru dapat meminta peserta didik menyelesaikannya di luar jam pelajaran seperti beberapa tugas sebelumnya.

5. Spermatogenesis

a. Guru mengingatkan kembali tentang materi pembelahan sel, terutama berkaitan karakter atau sifat anakan hasil pembelahan. Guru dapat melakukan kegiatan ini dengan cara berdiskusi atau dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang berkaitan kepada peserta didik.

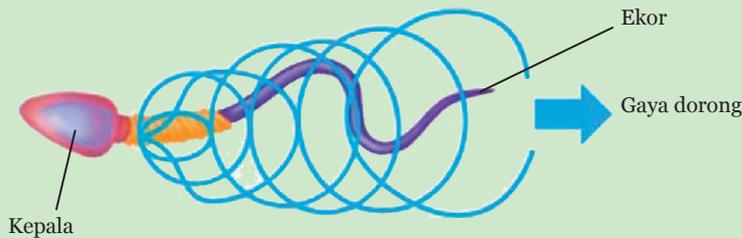
b. Guru juga dapat mengajukan pertanyaan berikut ini untuk mengawali materi ini. Masih ingatkah kamu di mana terjadi proses pembentukan sperma? Nah, proses apakah yang sebenarnya terjadi di dalam organ tersebut sehingga dapat terbentuk sperma?

c. Seperti materi pembelahan sel, guru dapat memberikan materi ini dengan diskusi kelas. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi spermatogenesis, peserta didik dapat mencermati Gambar 1.5 yang terdapat pada Buku Siswa. Selanjutnya, guru memberikan kesempatan dan motivasi kepada peserta didik agar bertanya tentang spermatogenesis.

d. Peserta didik menyelesaikan tugas yang terdapat pada fitur ”Ayo, Kita Diskusikan”. Pada tugas ini, peserta didik diminta untuk menjelaskan tujuan dari diciptakannya kepala sperma yang meruncing pada bagian depannya. Selain itu, peserta didik juga diminta untuk menjelaskan fungsi bagian ekor sperma. Sebagaimana tugas sebelumnya, apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, tugas ini dapat diselesaikan di luar jam pelajaran.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan!

Jawaban 1:
Bagian kepala sperma manusia dilengkapi dengan bagian yang disebut akrosom, dengan adanya bagian akrosom dapat menyebabkan kepala sperma berbentuk agak runcing. Bagian akrosom ini dapat menghasilkan enzim hialuronidase yang berfungsi untuk menembus dinding sel telur. Dengan demikian, tujuan dari diciptakannya bagian kepala sperma yang meruncing adalah untuk memudahkan sperma menembus dinding sel telur.

Jawaban 2:
Fungsi bagian ekor sperma adalah untuk alat pergerakan sperma sehingga dapat mencapai sel telur. Gerakan flagela ini dapat dianalogikan dengan baling-baling untuk mendorong perahu.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 1.4 Skema Pergerakan Flagela Sel Sperma

Pertemuan 2

Materi: Organ Reproduksi pada Perempuan

a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran pada pertemuan kedua ini dengan meminta peserta didik untuk menyebutkan kembali organ-organ yang menyusun sistem reproduksi pada laki-laki. Selanjutnya, guru mengajukan pertanyaan seperti berikut ini, ”menurutmu samakah atau berbedakah organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan perempuan?”

b. Peserta didik menyelesaikan Aktivitas 1.2 yaitu melengkapi gambar organ-organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan yang terdapat pada fitur ”Ayo, Kita Lakukan”. Sebelum peserta didik menyelesaikan tugas ini, peserta didik berkumpul bersama teman satu kelompok dengan anggota berjumlah 4 – 5 orang untuk setiap kelompok. Pada tugas ini, peserta didik mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan. Agar peserta didik dapat dengan mudah menyelesaikan tugas ini, hal pertama yang harus dilakukan peserta didik adalah mencermati Gambar 1.6 organ-organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan. Setelah itu, peserta didik membaca Tabel 1.3 struktur dan fungsi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan. Setelah membaca Tabel 1.3, peserta didik mengisi titik-titik yang terdapat pada Gambar 1.6. Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk membaca dan mencermati Tabel 1.3 dan melengkapi Gambar 1.6 dengan teliti dan cermat. Selain itu, guru juga perlu mengingatkan agar peserta didik bekerja sama dengan teman satu kelompoknya selama menyelesaikan tugas ini.

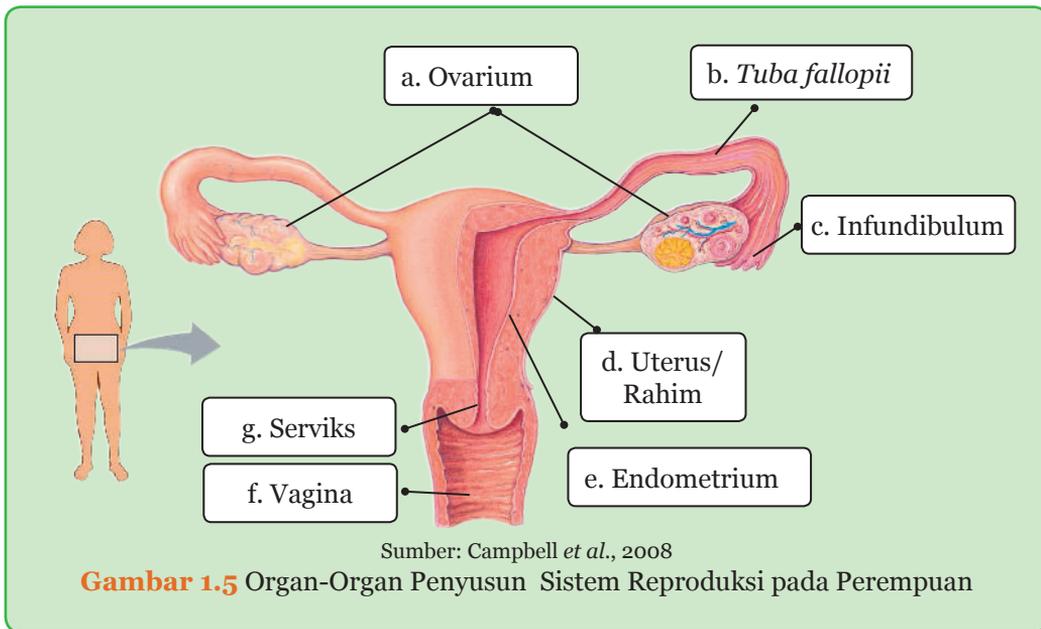
c. Agar peserta didik juga memahami fungsi dari tiap-tiap organ reproduksi pada perempuan, peserta didik hendaknya membaca paparan materi tentang organ-organ penyusun sistem reproduksi pada perempuan yang terdapat pada Buku Siswa. Pada bagian tersebut dipaparkan pula materi tentang selaput dara (*himen*). Pada saat sampai pada bagian tersebut, hendaknya guru memberikan penekanan tentang tujuan Tuhan menganugerahkan selaput dara kepada kaum perempuan, dan menjelaskan bahwa selaput dara dapat rusak oleh aktivitas yang membahayakan. Dengan demikian, diharapkan peserta didik tidak melakukan seks bebas.

d. Apabila peserta didik telah memahami macam-macam, struktur dan fungsi organ-organ reproduksi pada perempuan, selanjutnya peserta didik membaca materi yang terdapat pada fitur ”Tahukah Kamu” tentang fungsi lain hormon estrogen dan progesteron yang terdapat pada Buku Siswa. Pada bagian tersebut, dipaparkan materi tentang fungsi hormon estrogen dan progesteron.

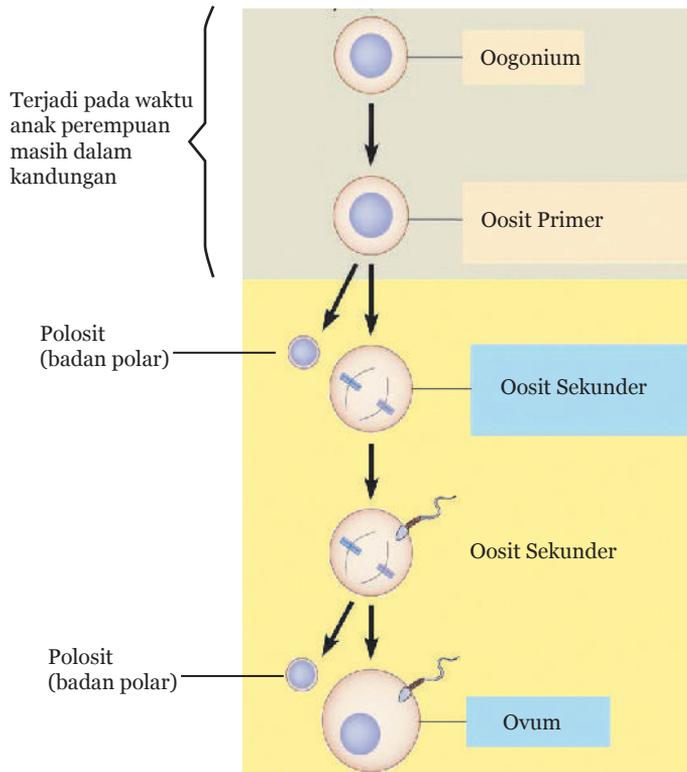
Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 1.2 Melengkapi Gambar Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi Perempuan

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 1.5 Organ-Organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan

Oogenesis

a. Setelah peserta didik memahami materi tentang organ reproduksi pada perempuan, guru dapat melanjutkan kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik mempelajari materi oogenesis. Guru dapat mengawali materi ini dengan mengajukan pertanyaan, "Apabila proses pembentukan sperma disebut dengan spermatogenesis, disebut apakah proses pembentukan sel telur?"

b. Peserta didik melakukan diskusi tentang tahapan dari proses pembentukan sel telur (oogenesis). Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi ini, peserta didik mencermati Gambar 1.6 tentang proses pembentukan sel telur (oogenesis). Selanjutnya, guru memotivasi peserta didik agar bertanya tentang oogenesis.

Sumber: Campbell *et al*., 2008

Gambar 1.6 Proses Oogenesis

c. Berkaitan dengan materi organ reproduksi pada laki-laki dan perempuan, spermatogenesis dan oogenesis dapat dibelajarkan di kelas dalam satu kali pertemuan. Hal ini dilakukan apabila jumlah tatap muka yang digunakan untuk membelajarkan bab ini sangat terbatas. Kegiatan pembelajaran dapat dirancang dengan membagi peserta didik di kelas menjadi dua kelompok besar. Kelompok besar pertama mempelajari organ reproduksi pada laki-laki dan spermatogenesis, sedangkan kelompok besar kedua mempelajari organ reproduksi pada perempuan dan oogenesis. Agar kerja kelompok lebih efektif, guru dapat membagi tiap-tiap kelompok besar menjadi beberapa kelompok kecil dengan jumlah anggota setiap kelompoknya sebanyak 4 – 5 peserta didik. Apabila seluruh kelompok telah menyelesaikan tugas masing-masing, selanjutnya dilakukan presentasi oleh tiap-tiap perwakilan kelompok.

Pertemuan 3
Materi: Siklus Menstruasi, Fertilisasi, dan Kehamilan

a. Guru bertanya kepada peserta didik ”Siapa yang sudah mengalami menstruasi?” Selanjutnya, guru bertanya kapan mulai mengalami menstruasi? Kemudian, beberapa peserta didik diminta menjawab pertanyaan guru.

b. Guru menggali pengetahuan awal peserta didik dengan bertanya ”Tahukah kamu apa itu sebenarnya menstruasi?” Selanjutnya, guru bertanya ”Bagaimana proses lengkap siklus menstruasi?”. Kemudian, beberapa peserta didik diminta menjawab pertanyaan guru.

c. Guru memberikan penguatan tentang siklus menstruasi. Agar peserta didik lebih mudah untuk memahami penjelasan tentang siklus menstruasi, peserta didik mencermati Gambar 1.9 di Buku Siswa tentang siklus yang terjadi pada dinding rahim. Selanjutnya, guru mendorong peserta didik untuk bertanya tentang siklus menstruasi.

d. Peserta didik dapat membaca materi yang terdapat pada fitur ”Tahukah Kamu”. Setelah membaca materi tersebut, peserta didik akan dapat mengetahui bahwa sisa metabolisme hormon *luteinizing hormone* (LH) pada urine dapat digunakan sebagai bahan uji untuk mengetahui waktu ovulasi.

Fertilisasi dan Kehamilan

a. Sebelum mengajarkan materi ini, guru dapat mengingatkan peserta didik tentang materi menstruasi, dengan mengajukan pertanyaan proses terjadinya menstruasi. Setelah memberikan pertanyaan tersebut, guru dapat memberikan pertanyaan kembali, ”Apa yang akan terjadi apabila sel telur yang terdapat pada *tuba fallopii* tidak dibuahi?”

b. Peserta didik membaca Buku Siswa pada bagian fertilisasi dan kehamilan. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi tersebut, guru dapat meminta peserta didik untuk mencermati Gambar 1.11 yang terdapat di Buku Siswa tentang skema proses fertilisasi hingga implantasi. Melalui kegiatan tersebut, diharapkan peserta didik dapat memahami tentang proses fertilisasi dan implantasi hingga terjadi kehamilan

c. Peserta didik mempelajari tentang proses perkembangan janin selama masa kehamilan. Pada Buku Siswa, materi tersebut dipaparkan pada setiap trimester.

d. Peserta didik menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur ”Ayo, Kita Selesaikan”. Setelah menyelesaikan tugas ini, peserta didik akan dapat memahami tentang fungsi air ketuban.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Jawaban 1:
Air ketuban membantu proses kelahiran dengan berperan sebagai pelumas atau pelicin agar bayi mudah keluar.

Jawaban 2:
Cairan amnion memiliki susunan materi genetik yang sama dengan susunan materi genetik janin. Dengan demikian, apabila terdeteksi kelainan susunan materi genetik pada amnion, akan dapat disimpulkan terjadi kelainan susunan materi genetik pula pada janin.

e. Selanjutnya, guru menugasi peserta didik untuk mencari informasi tentang kandungan anti-bakteri yang terdapat pada air ketuban. Tugas tersebut tersaji pada fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu”. Apabila sebagian besar peserta didik mencari informasi melalui internet, hendaknya terlebih dahulu guru memberikan nasihat kepada peserta didik untuk memfokuskan pencarian informasinya pada materi yang dituju. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik dapat dengan bijaksana memanfaatkan internet. Dengan begitu, peserta didik tidak menggunakan media ini untuk mencari informasi yang bersifat negatif dan tidak bermanfaat, misalnya muatan-muatan pornografi dan pornoaksi.

f. Selanjutnya, guru dapat membimbing peserta didik untuk membaca materi tentang proses kelahiran dan peristiwa bayi kembar yang terdapat pada fitur ”Tahukah Kamu?”. Seperti sebelumnya, apabila kegiatan ini tidak dapat dilakukan di kelas karena keterbatasan waktu, guru dapat menugasi peserta didik untuk membacanya di rumah. Pada materi tentang proses melahirkan, dipaparkan pula tentang kebesaran kuasa Tuhan yang telah mengatur proses kelahiran sedemikian rupa, serta dipaparkan tentang perjuangan ibu untuk melahirkan. Berkaitan dengan hal ini, guru juga dapat mengingatkan untuk senantiasa berbakti kepada ibu yang telah bersusah payah menggendong dan berjuang untuk melahirkan anaknya. Dengan hal ini, diharapkan peserta didik tidak bersikap durhaka kepada ibu, karena hal tersebut juga tidak dibenarkan oleh ajaran agama.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Dalam cairan ketuban terkandung beberapa zat kimia yang memiliki aktivitas anti-bakteri, antara lain yaitu lisozim, β-lisin, dan senyawa mirip β-mikrotubulin. Saat ini ilmuwan terus mengkaji senyawa kimia yang ada dalam cairan ketuban yang berperan dalam menjaga janin dari serangan bakteri atau patogen lain.

Pertemuan 4
Materi: Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia dan Upaya Pencegahan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran pada pertemuan kali ini dengan memberikan penjelasan kepada peserta didik bahwa sistem reproduksi sangat rawan terhadap penyakit. Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh bakteri, jamur atau virus. Selain itu, penyakit ini dapat ditularkan dari orang tua (yang terinfeksi) kepada anaknya, akibat transfusi darah yang terinfeksi, ditularkan akibat gaya hidup yang tidak baik seperti pergaulan bebas dan menggunakan jarum suntik untuk obat terlarang seperti narkoba. Selanjutnya, guru dapat memberikan pertanyaan, ”apa saja macam-macam kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi manusia?”

b. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi ini, peserta didik mendapatkan tugas untuk melakukan studi lapangan tentang penyakit pada sistem reproduksi. Sebelum peserta didik melakukan studi lapangan, terlebih dahulu peserta didik membentuk kelompok yang terdiri atas 4-5 anak. Selanjutnya, setiap kelompok diharuskan untuk menyusun daftar pertanyaan yang akan ditanyakan kepada petugas kesehatan. Sebelum peserta didik berangkat menuju pusat-pusat kesehatan, guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar bersikap sopan dan santun ketika melakukan wawancara dengan petugas kesehatan.

c. Selain mempelajari tentang penyakit pada sistem reproduksi, peserta didik juga akan mempelajari tentang beberapa upaya yang dapat dilakukan oleh peserta didik untuk menjaga kesehatan organ reproduksinya dari beberapa penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi.

d. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diberi tugas untuk mengerjakan proyek menyusun poster yang berisi informasi pencegahan penyakit seksual. Peserta didik dapat mengambil contoh penyakit yang didapat dari hasil studi lapangan.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab sistem reproduksi pada manusia dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 1 Sistem Reproduksi pada Manusia

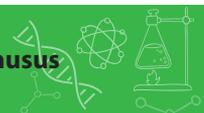
Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki		✓				
	Organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan		✓				
	Penyakit pada Sistem Reproduksi						✓
Ayo, Kita Diskusikan	Bagian-bagian sperma		✓				✓
Ayo, Kita Cari Tahu	Fungsi beberapa zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis		✓				
	Anti-bakteri pada air ketuban		✓				

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Selesaikan	Fungsi cairan ketuban			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Pembelahan meiosis untuk pembentukan sel kelamin			✓			
	Manfaat berkhitan		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Upaya pencegahan penyakit seksual						✓

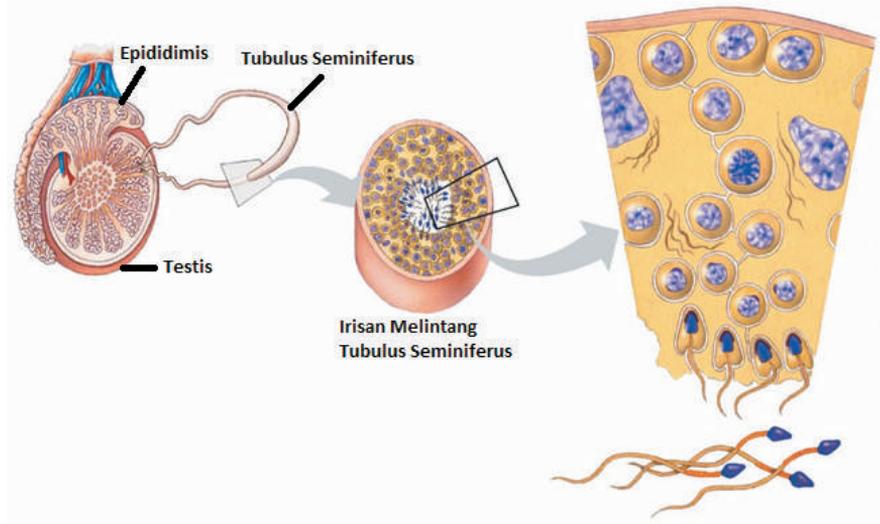
b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab sistem reproduksi pada manusia dapat dilihat pada Tabel 1.4.

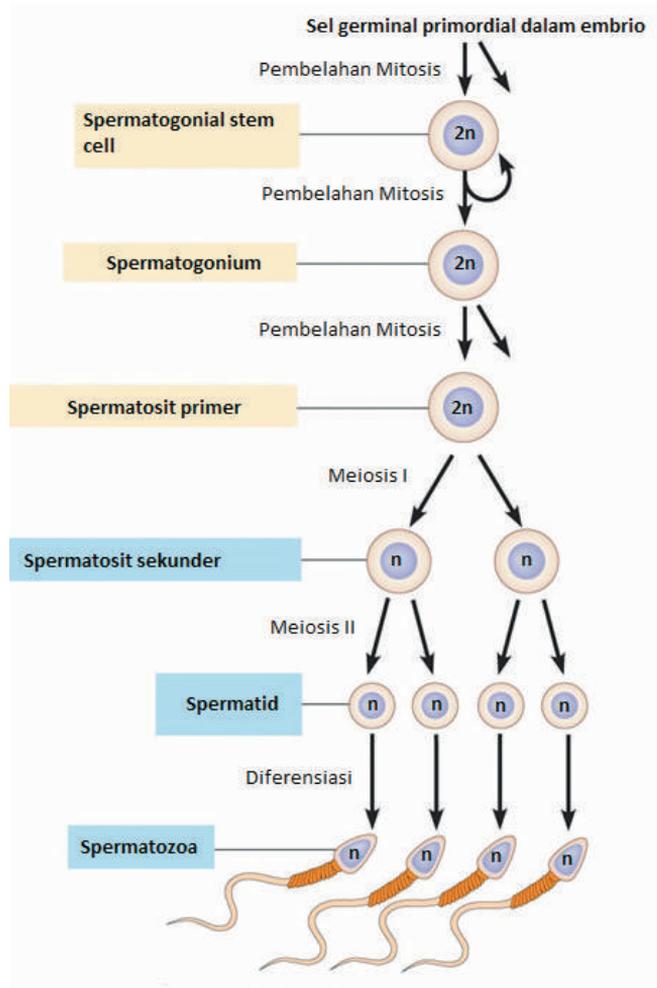
Tabel 1.4 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 1 Sistem Reproduksi pada Manusia

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi organ dan fungsi organ reproduksi pada laki-laki	A1 A2					
Mengidentifikasi organ dan fungsi organ reproduksi pada perempuan	A4 B2					
Menjelaskan proses spermatogenesis		A3	B4			
Menjelaskan proses oogenesis		A5 A6				
Menjelaskan proses fertilisasi dan kehamilan	A8				B5	
Menjelaskan proses menstruasi	A9					
Mengidentifikasi jenis dan fungsi hormon yang berperan pada proses menstruasi	A7 B1					
Menjelaskan penyakit yang menyerang sistem reproduksi		A10				
Menganalisis upaya pencegahan penyakit dan kelainan pada sistem reproduksi manusia		B3				

D. Materi Pengayaan

Spermatogenesis (Proses Pembentukan Sel Sperma)

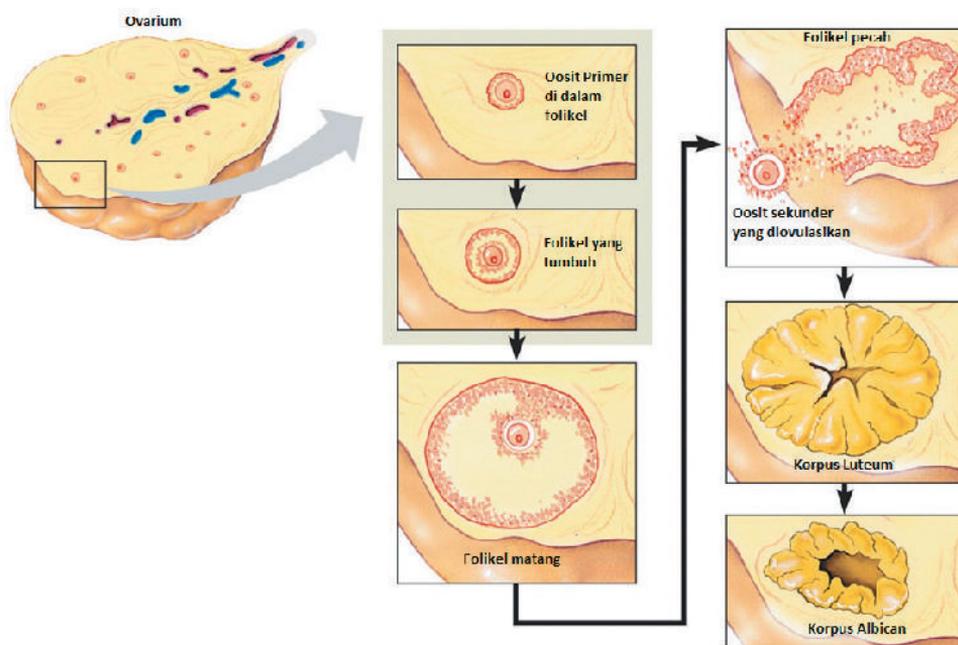
Proses pembentukan sperma terjadi di dalam tubulus seminiferus. Tubulus seminiferus merupakan sebuah saluran panjang yang menggulung atau berkelok-kelok. Kumpulan dari tubulus seminiferus ini membentuk testis. Perhatikan Gambar 1.8 Potongan Melintang Tubulus Seminiferus!

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 1.7 Potongan Melintang Tubulus Seminiferus

Nah, bagaimanakah proses spermatogenesis berlangsung? Berikut ini tahapannya. Proses spermatogenesis bermula dari sel-sel germinal awal atau sel primordial dalam embrio membelah secara mitosis dan mengalami diferensiasi (berkembang) sehingga membentuk spermatogonium yang bersifat diploid (2n). Selanjutnya, sel spermatogonium membelah secara mitosis membentuk sel spermatosit primer yang juga bersifat diploid (2n). Spermatosit primer membelah secara meiosis sehingga terbentuk dua sel spermatosit sekunder yang bersifat haploid (n). Setiap sel spermatosit sekunder melanjutkan pembelahan meiosis membentuk dua sel spermatid yang bersifat haploid (n). Selanjutnya, spermatid mengalami diferensiasi atau perkembangan menjadi spermatozoa (telah memiliki ekor). Spermatozoa ini bersifat haploid (n).

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 1.8 Tahapan Pembentukan Sperma

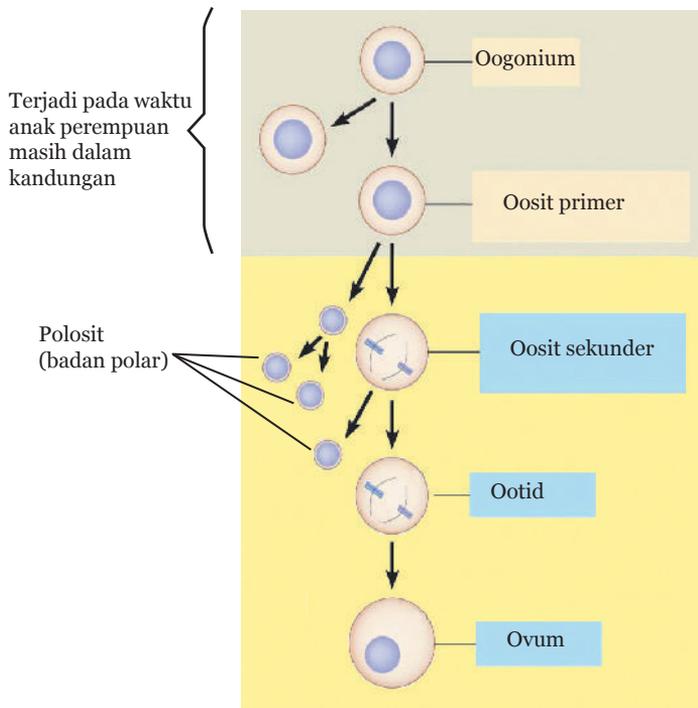
Oogenesis (Proses Pembentukan Sel Telur/Ovum)

Bagaimanakah proses pembentukan sel telur? Samakah dengan proses pembentukan sperma? Ternyata proses pembentukan sel telur berbeda dengan proses pembentukan sperma. Oogenesis dimulai di dalam embrio perempuan (pada saat masih di dalam rahim). Oogenesis terjadi di dalam ovarium. Perhatikan Gambar 1.10!

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 1.9 Ovarium dan Perkembangan Folikel dalam Ovarium

Tahapan oogenesis dimulai di dalam embrio perempuan dengan memproduksi oogonium dari sel germinal primordial. Selanjutnya, oogonium membelah secara mitosis untuk membentuk oosit primer. Selanjutnya, oosit primer mengalami pembelahan secara meiosis. Akan tetapi, pembelahan meiosis tersebut tidak selesai, tetapi berhenti pada tahap profase meiosis I. Pembelahan tersebut akan dilanjutkan pada saat seorang perempuan telah mengalami pubertas. Pada saat seorang perempuan mengalami pubertas, hormon FSH atau hormon perangsang folikel telah aktif berfungsi, sehingga secara periodik dapat merangsang folikel untuk melanjutkan pertumbuhan dan perkembangannya. Biasanya, hanya satu folikel yang matang penuh setiap bulan, dengan oosit primernya menyelesaikan tahap meiosis I.

Selanjutnya, pembelahan meiosis II dimulai untuk membentuk oosit sekunder. Akan tetapi, pembelahan meiosis II berhenti pada tahap metafase. Pada kondisi ini, oosit sekunder dilepaskan/diovulasikan saat folikelnya pecah. Kapankah pembelahan meiosis tersebut selesai? Tahap pembelahan

meiosis akan dilanjutkan apabila ada sperma yang menembus oosit sekunder (terjadi fertilisasi). Dengan demikian, hasil dari proses oogenesis adalah satu sel telur matang yang telah mengandung kepala sperma. Oleh karena itu, fertilisasi juga dapat didefinisikan sebagai penyatuan nukleus haploid sperma dan oosit sekunder. Pada saat pembelahan meiosis untuk pembentukan oosit primer dan sekunder, selain dihasilkan oosit primer dan sekunder juga dihasilkan badan kutub yang bersifat nonfungsional. Agar Anda dapat memahami proses oogenesis, perhatikan Gambar 1.10 tahapan pembentukan sel telur!

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 1.10 Proses Pembentukan Sel Telur (Oogenesis)

E. Interaksi dengan Orang Tua

Materi pada bab 1 ini merupakan materi yang mungkin bagi sebagian kalangan masih dianggap sebagai hal yang vulgar atau tabu untuk dibicarakan. Oleh karena itu, sangat diharapkan selama peserta didik mempelajari materi ini orang tua senantiasa melakukan pendampingan. Meskipun demikian, penulis telah berupaya semaksimal mungkin untuk menyajikan materi ini senetral mungkin agar terhindar dari kesan pornografi. Tujuan utama dilakukannya pendampingan agar tidak terjadi kesalahpahaman dalam mempelajari materi ini. Selain itu, agar peserta didik tetap dapat memandang setiap materi yang tersaji pada bab ini dari sisi keilmuan bukan dari sisi pornografi.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

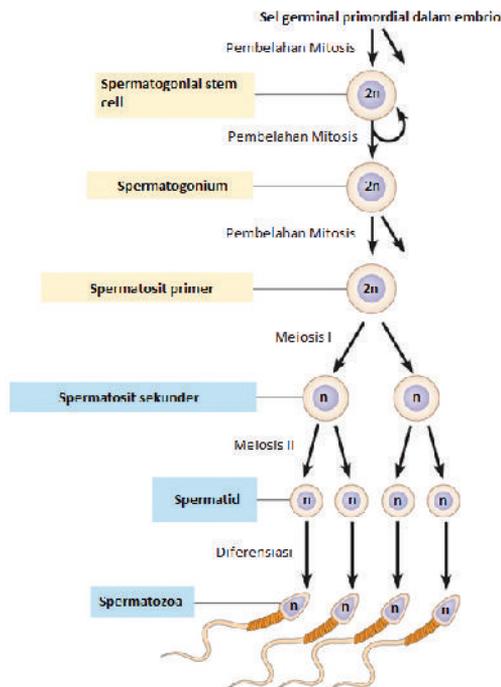
1. Pilihan Ganda

1. D
2. C
3. A
4. C
5. B
6. D
7. C
8. B
9. D
10. A

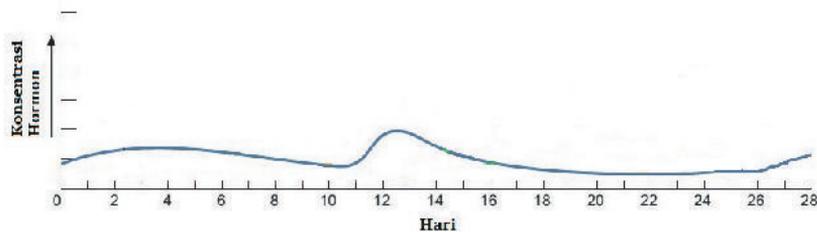
2. Uraian

1. Menstruasi merupakan suatu keadaan keluarnya darah, cairan jaringan, lendir, dan sel-sel epitel yang menyusun dinding rahim. Proses menstruasi dapat terjadi karena kerja beberapa hormon. Berikut ini paparan tentang kerja beberapa hormon dalam siklus menstruasi. FSH yang dihasilkan oleh kelenjar pituitari memicu perkembangan folikel dalam ovarium. Folikel yang berkembang akan menghasilkan hormon estrogen dan hormon progesteron. Estrogen dan progesteron akan memicu dinding rahim untuk menebal mempersiapkan melekatnya embrio jika sel telur dibuahi. Estrogen yang dihasilkan memicu dikeluarkannya hormon LH oleh kelenjar pituitari. Hormon LH meningkat secara mendadak dan memicu pengeluaran sel telur dari folikel yang telah matang (ovulasi). Setelah sel telur diovulasikan, folikel akan berubah menjadi korpus luteum. Sel telur yang diovulasikan akan bergerak menuju *tuba fallopii*.

Apabila tidak ada sel sperma yang membuahi, korpus luteum akan berhenti memproduksi estrogen dan progesteron. Rendahnya hormon estrogen dan progesteron akan mengakibatkan rusaknya jaringan dinding rahim dan pecahnya pembuluh darah sehingga terjadilah menstruasi.

2. Fungsi uterus adalah melindungi bayi yang tumbuh. Selain itu, uterus merupakan tempat tumbuhnya embrio.
3. AIDS adalah penyakit yang disebabkan oleh virus HIV. Seseorang dapat tertular virus HIV apabila melakukan kontak dengan penderita seperti berhubungan seksual dengan orang yang memiliki HIV/AIDS atau menerima transfusi darah dari orang yang memiliki HIV/AIDS. Intinya HIV/AIDS dapat menular apabila seseorang bersinggungan dengan cairan yang berasal dari tubuh penderita seperti air mani, darah, dan air liur. Aktivitas seperti berbicara, berjabat tangan, dan berpelukan tidak akan membuat HIV/AIDS menular. Cara pencegahan agar tidak tertular HIV/AIDS adalah hindari hubungan seks di luar nikah, hindari penggunaan jarum suntik secara bersama atau lebih dari satu kali pemakaian, melakukan hubungan badan hanya jika sudah menikah, dan setia pada pasangan.
4.

Jumlah kromosom antara spermatosit primer dan spermatosit sekunder berbeda. Jumlah kromosom spermatosit primer adalah 2n (diploid),

sedangkan jumlah kromosom spermatosit sekunder adalah n (haploid). Berarti jumlah kromosom spermatosit sekunder setengah dari jumlah kromosom spermatosit primer. Hal ini karena pembentukan spermatosit sekunder terjadi melalui pembelahan meiosis. Sifat sel anakan hasil pembelahan meiosis adalah memiliki kromosom yang jumlahnya separuh dari jumlah kromosom sel induk.

5. Hormon FSH (*follicle stimulating hormone*) yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis merangsang pertumbuhan folikel. Folikel yang sedang tumbuh tersebut menghasilkan hormon estrogen yang berfungsi merangsang pertumbuhan endometrium (penebalan dinding rahim). Setelah terjadi ovulasi, korpus luteum akan menghasilkan hormon progesteron yang akan mempertahankan ketebalan dinding endometrium yang memungkinkan terjadinya implantasi. Setelah terjadi kehamilan dan terbentuk plasenta, plasenta ini selanjutnya akan menghasilkan HCG (*human chorionic gonadotrophin*) yang akan mempertahankan korpus luteum agar tidak berdegenerasi.

Grafik Level Hormon FSH

G. Tugas Proyek

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik mencari informasi dari buku ensiklopedia, koran, majalah, atau pun media massa yang lainnya, baik media massa cetak atau pun elektronik tentang berbagai upaya pencegahan penyakit seksual. Kemudian, pada minggu kedua, peserta didik menyusun poster. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

2 Petunjuk Pembelajaran: Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan

A. Pengantar

Materi yang disajikan pada bab 2 ini adalah perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan. Materi tersebut disajikan dalam dua subbab, yaitu perkembangbiakan tumbuhan dan perkembangbiakan hewan. Bagian pertama yaitu perkembangbiakan tumbuhan membahas perkembangbiakan tumbuhan secara seksual dan aseksual. Pembahasan mencakup golongan tumbuhan *Spermatophyta* yang terbagi menjadi *Angiospermae* dan *Gymnospermae*, *Pteridophyta*, dan *Bryophyta*. Bagian kedua yaitu perkembangbiakan hewan membahas perkembangbiakan hewan secara aseksual dan seksual, metamorfosis yang terjadi pada hewan, serta teknologi perkembangbiakan pada hewan ternak.

Materi ini diajarkan melalui kegiatan diskusi; menginvestigasi; menganalisis data; mencari informasi melalui media massa, media elektronik ataupun lingkungan sekitar; dan melakukan percobaan. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada bab 2, peserta didik menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah melakukan percobaan perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan. Setelah melakukan pekerjaan proyek, peserta didik dapat diminta membuat suatu poster dari kegiatan yang telah dilakukan.

1. Kompetensi Dasar

3.2 Menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan dan hewan.

4.2 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.2 dan KD 4.2.

3.2.1 Menjelaskan perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan

3.2.2 Menjelaskan perkembangbiakan generatif pada tumbuhan

3.2.3 Menjelaskan perbedaan perkembangbiakan generatif dan perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan

3.2.4 Menyebutkan macam perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan

3.2.5 Mengidentifikasi bagian tumbuhan yang berperan dalam proses perkembangbiakan vegetatif

3.2.6 Mengidentifikasi alat perkembangbiakan generatif pada tumbuhan

3.2.7 Menjelaskan proses penyerbukan

3.2.8 Mengidentifikasi macam-macam perantara penyerbukan

3.2.9 Menjelaskan proses pembuahan
3.2.10 Menjelaskan proses penyebaran biji
3.2.11 Menganalisis faktor yang berpengaruh terhadap perkecambahan
3.2.12 Menjelaskan perkembangan tumbuhan
3.2.13 Menjelaskan macam-macam teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan
3.2.14 Menjelaskan macam-macam perkembangbiakan aseksual pada hewan
3.2.15 Memprediksi regenerasi *Planaria*
3.2.16 Menggolongkan hewan berdasarkan cara perkembangbiakan seksual
3.2.17 Menjelaskan perkembangan beberapa hewan
3.2.18 Membedakan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna
3.2.19 Menjelaskan teknologi perkembangbiakan pada hewan
4.2.1 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian bab 2 tentang perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu, diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut sebagai berikut.

Tabel 2.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Perkembangbiakan pada tumbuhan ▪ Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan *Angiospermae*
2	Perkembangbiakan pada tumbuhan ▪ Perkembangbiakan generatif pada tumbuhan *Angiospermae*
3	Perkembangbiakan pada tumbuhan ▪ Perkembangbiakan generatif pada tumbuhan *Angiospermae*
4	Perkembangbiakan pada tumbuhan ▪ Perkembangbiakan tumbuhan *Gymnospermae* ▪ Perkembangbiakan tumbuhan *Pteridophyta* (paku) ▪ Perkembangbiakan tumbuhan *Bryophyta* (lumut) ▪ Teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan

5	Perkembangbiakan pada hewan ▪ Perkembangbiakan aseksual pada hewan ▪ Perkembangbiakan seksual pada hewan ▪ Perkembangan hewan ▪ Teknologi perkembangbiakan pada hewan
6	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Tumbuhan dan hewan dapat melakukan perkembangbiakan secara generatif (seksual) dan vegetatif (aseksual).

b. Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan yang melibatkan sel kelamin (sel sperma dan sel telur) serta melalui proses fertilisasi (peleburan inti sel sperma dan inti sel telur) untuk membentuk zigot. Zigot akan tumbuh dan berkembang menjadi individu baru. Perkembangbiakan vegetatif adalah perkembangbiakan tanpa melalui proses fertilisasi. Perkembangbiakan berlangsung dengan menggunakan potongan bagian tubuh hewan atau tumbuhan yang selanjutnya dapat tumbuh menjadi individu baru.

c. Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan adalah perbanyakan tumbuhan tanpa melewati proses fertilisasi dan menggunakan bagian tubuh tumbuhan untuk menghasilkan tumbuhan baru.

d. Tumbuhan *Angiospermae* berkembang biak secara vegetatif alami dengan menggunakan rhizoma, stolon, umbi lapis, umbi batang, tunas adventif daun, dan tunas. Perkembangbiakan vegetatif buatan dapat dilakukan melalui cangkok, merunduk, dan setek.

e. Perkembangbiakan generatif pada tumbuhan adalah perkembangbiakan yang melibatkan sel kelamin berupa sel sperma yang dihasilkan dari perkembangan benang sari dan sel telur yang dihasilkan pada putik. Perkembangbiakan generatif pada tumbuhan diawali dengan peristiwa penyerbukan. Setelah proses penyerbukan, dilanjutkan dengan pembuahan atau fertilisasi membentuk zigot.

f. Penyerbukan adalah peristiwa menempelnya serbuk sari atau polen ke kepala putik. Setelah peristiwa penyerbukan, akan terjadi proses fertilisasi atau pembuahan yang membentuk zigot. Zigot akan berkembang menjadi embrio. Embrio akan berkembang menjadi biji.

g. Jenis penyerbukan berdasarkan perantaranya antara lain: anemogami, entomogami, ornitogami, kiropterogami, dan antropogami.

h. Jenis penyebaran biji berdasarkan perantaranya antara lain: anemokori, hidrokori, zookori, dan antropokori.

i. Perkecambahan adalah berakhirnya masa dormansi biji dan biji tumbuh menjadi individu baru. Perkecambahan biji dapat dipengaruhi oleh faktor luar di antaranya air.

j. Tumbuhan *Angiospermae, Gymnospermae, Pteridophyta* (paku), dan *Bryophyta* (lumut) mengalami tahap sporofit dan tahap gametofit selama masa hidupnya. Tahap sporofit adalah tahap tumbuhan membentuk spora. Tahap gametofit adalah tahap tumbuhan membentuk sel gamet.

k. Tahap sporofit pada tumbuhan *Angiospermae* dimulai ketika biji tumbuh hingga menjadi tumbuhan dewasa yang menghasilkan bunga. Di dalam bunga terdapat sel-sel megaspora dan mikrospora. Tahap gametofit dimulai ketika sel-sel megaspora dan sel-sel mikrospora mengalami meiosis. Sel megaspora mengalami meiosis dan menghasilkan gametofit betina berupa kantung lembaga yang tersusun atas 7 sel dan 8 inti: 3 sel antipoda, 2 sel sinergid, 1 sel telur dan 1 sel kandung lembaga sekunder. Mikrospora mengalami meiosis di dalam antera atau kepala sari dan membentuk serbuk sari. Serbuk sari akan jatuh ke kepala putik dan membentuk buluh serbuk. Buluh serbuk terdiri dari inti vegetatif/inti sperma.

l. Perkembangbiakan generatif pada tumbuhan *Gymnospermae* melalui penyerbukan dan pembuahan yang terjadi pada strobilus atau runjung. Perkembangbiakan vegetatif terjadi melalui tunas akar pada tumbuhan pinus dan bulbil pada tanaman pakis haji. Tumbuhan *Gymnospermae* mengalami tahap sporofit dan tahap gametofit. Tahap sporofit terjadi saat tumbuhan menghasilkan spora dan tahap gametofit terjadi ketika tumbuhan menghasilkan sel gamet.

m. Perkembangbiakan generatif tumbuhan *Pteridophyta* (paku) melalui fertilisasi gamet jantan dan gamet betina. Perkembangbiakan vegetatif tumbuhan paku melalui rhizoma. Tumbuhan paku mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan melalui tahap sporofit dan tahap gametofit. Tahap sporofit terjadi saat zigot tumbuhan paku mulai berkecambah, kemudian tumbuh menjadi paku dewasa. Tumbuhan paku dewasa akan menghasilkan spora. Tahapan sporofit dimulai ketika zigot tumbuh hingga menjadi tumbuhan paku yang menghasilkan spora. Spora pada tumbuhan paku dapat diamati dengan jelas. Tahap gametofit dimulai ketika spora berkecambah menjadi protalium. Protalium membentuk anteridium dan arkegonium. Anteridium menghasilkan sel sperma dan arkegonium akan menghasilkan sel telur.

n. Perkembangbiakan generatif tumbuhan *Bryophyta* (lumut) melalui fertilisasi gamet jantan dan gamet betina. Perkembangbiakan vegetatif tumbuhan lumut dapat melalui gemmae atau kuncup serta fragmentasi. Pergiliran keturunan pada lumut melalui dua tahapan, yaitu sporofit dan gametofit. Tahap gametofit terjadi saat spora tumbuhan lumut

berkecambah, kemudian tumbuh menjadi lumut jantan dan lumut betina. Pada lumut jantan terdapat anteridium yang akan menghasilkan sel sperma. Pada lumut betina terdapat arkegonium yang akan menghasilkan sel telur. Sel sperma terbawa aliran air menuju arkegonium dan akan terjadi fertilisasi. Zigot hasil fertilisasi akan membentuk spora. Tahapan zigot berkembang dan membentuk sporogonium yang akan menghasilkan spora inilah yang merupakan tahap sporofit.

o. Teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan meliputi vertikultur, hidroponik, dan kultur jaringan tumbuhan.

p. Hewan dapat melakukan perkembangbiakan vegetatif melalui tunas, fragmentasi, dan partenogenesis.

q. Berdasarkan perkembangan embrio setelah proses fertilisasi, hewan dibagi menjadi hewan vivipar, ovipar, dan ovovivipar. Hewan yang tergolong vivipar adalah hewan yang embrionya berkembang di dalam tubuh induk. Setelah embrio cukup umur, embrio akan dilahirkan oleh induk. Embrio hewan ovipar berkembang di dalam telur dan setelah cukup umur, telur akan menetas dan individu baru keluar dari telur. Embrio hewan ovovivipar berkembang di dalam telur yang berada di dalam tubuh induk dan apabila embrio telah cukup umur, embrio akan menetas dan keluar dari tubuh induk, sehingga seolah-olah dilahirkan oleh induknya.

r. Beberapa hewan dapat mengalami tahap perkembangbiakan seksual dan tahap perkembangbiakan aseksual dalam satu kali perkembangan, misalnya pada ubur-ubur.

s. Beberapa hewan dapat mengalami metamorfosis atau perubahan struktur tubuh tiap tahap pertumbuhan dan perkembangannya. Metamorfosis dapat digolongkan menjadi metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna.

t. Salah satu teknologi perkembangbiakan pada hewan dilakukan melalui inseminasi buatan.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran bab 2 tentang perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan, guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation (GI), Creative Problem Solving (CPS)*, *Problem Based Learning (PBL)*, *inkuiri*, *discovery learning*, P*roblem Based Learning (PBL)*, atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi: Perkembangbiakan Vegetatif pada Tumbuhan *Angiospermae*

Pada akhir pertemuan bab 1, guru dapat menugasi peserta didik untuk melakukan Aktivitas 2.1. Pada awal pertemuan bab 2 guru dapat menugasi peserta didik melakukan aktivitas "Ayo, Kita Kerjakan Proyek"

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan Yang Mahakuasa. Tuhan telah menciptakan berbagai macam makhluk hidup di bumi, khususnya pada alam Indonesia beserta air dan oksigen yang menunjang kehidupan makhluk hidup yang telah diciptakan-Nya. Guru dapat mengajak peserta didik untuk menjaga lingkungan yang telah diciptakan oleh Tuhan sebagai salah satu bentuk ungkapan rasa syukur.

b. Selanjutnya, guru mengaitkan kegiatan pembelajaran dengan materi pada Bab 1 Sistem Perkembangbiakan Manusia tentang istilah yang ada pada bagian tersebut, misalnya fertilisasi dan sel gamet. Peserta didik diajak untuk mengingat kembali cara hewan-hewan dan tumbuhan berkembang biak, misalnya "Ingatkah kamu bagaimana sapi menghasilkan keturunan? Bagaimana cara menanam singkong?"

c. Peserta didik diajak untuk mengingat kembali materi pengelompokan tumbuhan, yaitu *Spermatophyta*, *Pteridophyta*, dan *Bryophyta* seperti yang telah dipelajari di kelas VII. Peserta didik akan mempelajari perkembangbiakan generatif dan vegetatif pada tiap-tiap kelompok tumbuhan sebagaimana yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Pelajari". Guru dapat bertanya kepada peserta didik tentang perbedaan perkembangbiakan generatif dan perkembangbiakan vegetatif.

d. Peserta didik dibimbing untuk melakukan kegiatan "Ayo, Kita Diskusikan" tentang perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan *Angiospermae* agar peserta didik lebih mengenal cara perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan. Sebelumnya, guru dapat bertanya pada peserta didik, "Manakah bagian tubuh tumbuhan yang digunakan sebagai alat perkembangbiakan vegetatif?" Pertanyaan tersebut dapat mendorong peserta didik untuk mengetahui organ perkembangbiakan vegetatif tumbuhan. Selanjutnya, peserta didik dapat mencari tahu sifat keturunan hasil perkembangbiakan vegetatif. Peserta didik dapat mengidentifikasi bagian tumbuhan yang dapat digunakan untuk perkembangbiakan secara vegetatif. Guru mengingatkan peserta didik agar aktif dalam berdiskusi.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Tabel 2.2 Perkembangbiakan Vegetatif pada Tumbuhan

No.	Jenis Tumbuhan	Bagian Tumbuhan yang Ditanam				Buatan	Alami
		Daun	Batang	Akar	Umbi		
1.	Pisang		✓				✓
2.	Bawang merah				✓		✓
3.	Mawar		✓			✓	✓
4.	Cocor bebek	✓				✓	✓
5.	Sansivera	✓				✓	✓
6	Ubi jalar		✓		✓	✓	✓

Penjelasan:

Perkembangbiakan vegetatif dapat terjadi melalui perkembangan batang, daun, akar, dan umbi. Tumbuhan yang berkembang biak dengan daun secara alami adalah cocor bebek. Perkembangbiakan vegetatif menggunakan daun secara buatan adalah tumbuhan sansivera. Perkembangbiakan melalui batang secara alami dapat dijumpai pada tumbuhan pisang, jahe, temu lawak, sansivera, lidah buaya, dan bambu. Perkembangbiakan melalui batang secara buatan dapat dijumpai pada singkong, mawar, krisan, rumput, tebu dan lain sebagainya. Kentang dan ubi jalar dapat berkembang biak dengan menggunakan umbi batang. Bawang merah dapat berkembang biak dengan umbi lapis.

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Tumbuhan yang dapat berkembang biak dengan bantuan manusia adalah mawar, tebu, krisan, mangga, singkong, dan lain sebagainya.
2. Jahe, temu lawak, serai, rumput, cocor bebek, ubi jalar, kentang, bawang merah, dan lain sebagainya.
3. Karena adanya sel meristem, yaitu sel yang memiliki kemampuan untuk tumbuh dan berkembang menjadi berbagai jenis sel penyusun jaringan dan organ tumbuhan.
4. Rumusan Kesimpulan:

Organ tumbuhan berupa batang, daun, dan umbi dapat digunakan sebagai alat perkembangbiakan. Perkembangbiakan tumbuhan secara aseksual dapat terjadi secara alami maupun juga terjadi karena bantuan manusia.

e. Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik tentang istilah yang digunakan untuk menyebutkan macam perkembangbiakan aseksual pada tumbuhan berdasarkan hasil kegiatan diskusi, misalnya dengan pertanyaan berikut.
    - Dikenal dengan istilah apakah perkembangbiakan pada tumbuhan pisang dengan menggunakan batang?
    - Tahukah kamu, apa istilah yang digunakan untuk menyebut perkembangbiakan cocor bebek menggunakan daun?
f. Berdasarkan pertanyaan tersebut guru dapat menegaskan konsep ataupun pengertian perkembangbiakan aseksual alami pada tumbuhan.
g. Setelah peserta didik mengetahui macam perkembangbiakan vegetatif alami, guru dapat memunculkan suatu fenomena bahwa terdapat pohon jeruk yang masih muda, tetapi dapat menghasilkan jeruk dalam jumlah banyak dan memiliki rasa manis. Guru dapat mencontohkan keberadaan satu tanaman *Bougainvillea* di suatu taman yang memiliki berbagai macam warna bunga. Peserta didik diajak untuk memikirkan cara-cara untuk dapat memperoleh tanaman-tanaman tersebut.
h. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk menyelesaikan Aktivitas 2.1 Menyelidiki Perkembangbiakan pada Beberapa Tumbuhan yang telah ditugaskan pada peserta didik pada pertemuan sebelumnya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.1 Menyelidiki Perkembangbiakan pada Beberapa Tumbuhan

Tabel 2.3 Data Hasil Pengamatan Menyelidiki Perkembangbiakan pada Beberapa Tumbuhan

Jenis Tanaman	*Coleus*			Cocor Bebek			*Begonia*			Bawang Merah		
Bagian Tanaman / Hari Ke-	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D
2											✓	
4											✓	
6											✓	
8		✓				✓		✓			✓	
10		✓				✓	✓	✓			✓	
12		✓				✓	✓	✓			✓	

Jenis Tanaman	*Coleus*			Cocor Bebek			*Begonia*			Bawang Merah		
Bagian Tanaman	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D
Hari Ke-												
14		√				√	√	√			√	

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. *Begonia*
2. Bawang merah, *Begonia*, dan *Coleus*
3. Cocor bebek
4. Semua tanaman dapat tumbuh, hanya saja waktu yang diperlukan tiap-tiap tanaman untuk tumbuh tidak sama.
5. Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan dapat dilakukan dengan bantuan manusia. Perkembangbiakan vegetatif tanaman *Begonia* dapat melalui batang dan akar, pada iler (*Coleus*) dapat melalui batang, pada cocor bebek dapat melalui daun, dan pada bawang merah melalui batang.

i. Peserta didik diajak untuk mempelajari tindakan-tindakan yang dapat manusia lakukan untuk mengembangbiakkan tanaman. Guru dapat menampilkan gambar cangkok, setek, menempel, dan menyambung agar peserta didik lebih paham tentang perkembangbiakan vegetatif buatan. Peserta didik diberi tugas untuk menyelesaikan fitur "Ayo, Kita Cari Tahu" tentang manfaat perkembangbiakan vegetatif tumbuhan bagi manusia.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Keuntungan memanfaatkan perkembangbiakan vegetatif pada tanaman adalah dihasilkannya sifat tanaman baru yang sama dengan sifat induk, tanaman akan cepat menghasilkan buah, dan dari satu indukan dapat dihasilkan banyak tumbuhan baru dengan sifat yang sama dengan induk.

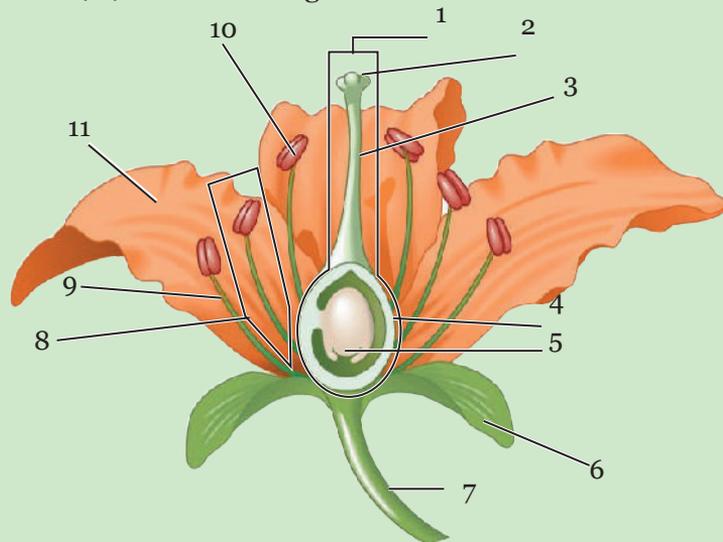
Pertemuan 2
Materi: Perkembangbiakan Generatif pada Tumbuhan *Angiospermae*

a. Setelah peserta didik mempelajari berbagai macam perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan *Angiospermae*, peserta didik mempelajari

perkembangbiakan generatif pada tumbuhan *Angiospermae*. Guru dapat mengingatkan peserta didik bahwa pada perkembangbiakan generatif, diperlukan sel gamet untuk membentuk zigot yang akan berkembang menjadi embrio. Guru dapat bertanya kepada peserta didik, "Di manakah dihasilkan sel kelamin pada tumbuhan?". Peserta didik diminta membentuk kelompok untuk melakukan Aktivitas 2.2 Mengamati Struktur Bagian Bunga. Guru membagi tugas, setiap kelompok mengamati satu jenis bunga. Guru mengingatkan peserta didik untuk mengidentifikasi dengan cermat dan teliti.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.2 Mengamati Struktur Bagian Bunga

Bagian betina dari bunga disebut (1) putik, yang terdiri atas (2) kepala putik, (3) tangkai putik, (4) bakal buah, dan (5) bakal biji. Bagian bunga nomor 6 adalah kelopak bunga, dan bagian bunga nomor 7 adalah tangkai bunga. Bagian jantan pada bunga disebut (8) benang sari, terdiri atas (9) tangkai sari dan (10) kepala sari. Bagian bunga yang berwarna dan menarik disebut (11) mahkota bunga.

Sumber: Reece *et al.* 2012

Gambar 2.1 Struktur Bunga

Alternatif Jawaban Diskusi:

Tabel 2.4 Fungsi Bagian Bunga

No.	Bagian Bunga	Fungsi
1	Benang sari	Menghasilkan serbuk sari untuk perkembangbiakan
2	Putik	Terdapat ovum dan bakal biji untuk perkembangbiakan
3	Mahkota Bunga	Perhiasan bunga untuk menarik perhatian serangga atau hewan lain
4	Kelopak Bunga	Pelindung mahkota bunga ketika bunga masih kuncup
5	Tangkai bunga	Penopang bunga dan penghubung antara bunga dengan tanaman

1. Bagian bunga yang digunakan untuk berkembang biak secara seksual adalah putik dan benang sari.
2. Alat kelamin bunga berupa putik dan benang sari. Putik merupakan alat kelamin betina dan benang sari merupakan alat kelamin jantan.

b. Setelah selesai melakukan percobaan, perwakilan kelompok peserta didik melakukan presentasi hasil pengamatan. Setiap jenis bunga diwakili oleh satu kelompok. Selanjutnya, peserta didik bersama guru menyimpulkan bahwa bagian bunga yang berperan dalam perkembangbiakan adalah putik dan benang sari.

c. Selanjutnya, peserta didik mempelajari tentang proses penyerbukan pada bunga. Peserta didik secara berkelompok melakukan Aktivitas 2.3 Menginvestigasi Cara Penyerbukan Bunga.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.3 Menginvestigasi Cara Penyerbukan Bunga

Alternatif Jawaban Hasil Pengamatan:

Tabel 2.5 Data Hasil Pengamatan Penyerbukan Bunga

No.	Nama Tumbuhan	Karakteristik Bunga	Pembantu Penyerbukan
1	Bunga matahari	Warna mahkota: kuning cerah Ukuran mahkota: besar Keberadaan madu: memiliki madu	Lebah

No.	Nama Tumbuhan	Karakteristik Bunga	Pembantu Penyerbukan
		Bentuk serbuk sari: serbuk sari berbentuk bubuk dan mudah menempel	
2	Rumput ilalang	Warna mahkota bunga: bunga tidak bermahkota dan tidak berwarna. Ukuran bunga: kecil dan ringan, tangkai panjang	Angin
3	Bunga cangkring	Warna mahkota: mahkota berwarna cerah Keberadaan madu: memiliki madu	Burung
4	Bunga melati	Warna mahkota: mahkota putih cerah, Keberadaan madu: memiliki madu dan berbau harum.	Serangga, seperti semut

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Penyerbukan dapat diperantarai hewan, contoh lebah, semut, dan burung.
2. Tumbuhan membutuhkan perantara untuk melakukan penyerbukan. Beberapa tumbuhan seolah dapat melakukan penyerbukan dengan sendirinya, tetapi faktor abiotik seperti angin tetap memengaruhi terjadinya penyerbukan.
3. Penyerbukan pada tumbuhan dapat dibantu oleh angin, serangga, dan sebagainya.

d. Peserta didik mempelajari pemberian istilah untuk menyebutkan nama penyerbukan yang didasarkan pada perantaranya, seperti penyerbukan dengan perantara angin, maka disebut anemogami, dan lain sebagainya. Peserta didik dapat mempelajari ciri yang dimiliki bunga seperti warna bunga yang cerah, dan bau yang dikeluarkan oleh bunga. Ciri-ciri tersebut dapat digunakan sebagai indikator cara penyerbukan bunga yang diperantarai serangga.

e. Peserta didik berdiskusi tentang hal-hal yang terjadi pada serbuk sari setelah proses penyerbukan. Guru dapat menampilkan gambar tentang pembuahan pada tumbuhan, lalu menjelaskan pada peserta didik proses pembuahan pada tumbuhan.

f. Setelah peserta didik dapat memahami materi pembuahan, peserta didik diarahkan untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu” tentang faktor yang memengaruhi gerak serbuk sari.

g. Sebelum memasuki materi penyebaran biji, guru dapat menegaskan bahwa embrio akan berkembang menjadi biji. Biji selanjutnya dapat tersebar dan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Agar peserta didik

mengetahui berbagai macam perantara penyebaran biji, peserta didik dibimbing untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Selesaikan” tentang penyebaran biji.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Tabel 2.5 Cara Penyebaran Biji

Nama Tumbuhan	Cara penyebaran biji
Kapuk	Dibantu oleh angin
Padi	Dibantu oleh manusia
Kopi	Dibantu oleh hewan

h. Selanjutnya peserta didik dapat mengidentifikasi istilah perantara penyebaran biji yang didasarkan pada perantaranya, misalnya penyebaran biji yang dibantu oleh angin disebut dengan anemokori.

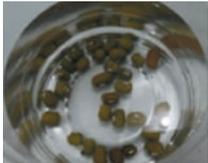
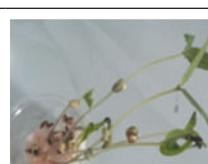
i. Pada akhir pembelajaran, peserta didik ditugasi untuk mengecambahkan biji kacang hijau atau jagung pada tiga tempat, yaitu ditumbuhkan di wadah saja tanpa di beri apa-apa, direndam dalam air, dan ditumbuhkan pada kapas yang diberi sedikit air. Hasil perkecambahan dapat dibawa pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 3
Materi: Perkembangbiakan Generatif pada Tumbuhan *Angiospermae*

a. Pertemuan ketiga dapat dimulai dengan mengingatkan peserta didik pada materi perkembangbiakan tumbuhan *Angiospermae* yang telah dipelajari sebelumnya hingga dapat menjadi biji. Kemudian, meminta peserta didik menceritakan hasil perkecambahan atau mengamati gambar yang terdapat pada Buku Siswa tentang perkecambahan. Jika peserta didik telah termotivasi untuk belajar, peserta didik dibimbing untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Pikirkan” tentang faktor yang memengaruhi perkecambahan. Peserta didik diminta untuk mengamati gambar yang terdapat pada Tabel 2.6.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Tabel 2.6 Perkecambahan pada Tumbuhan

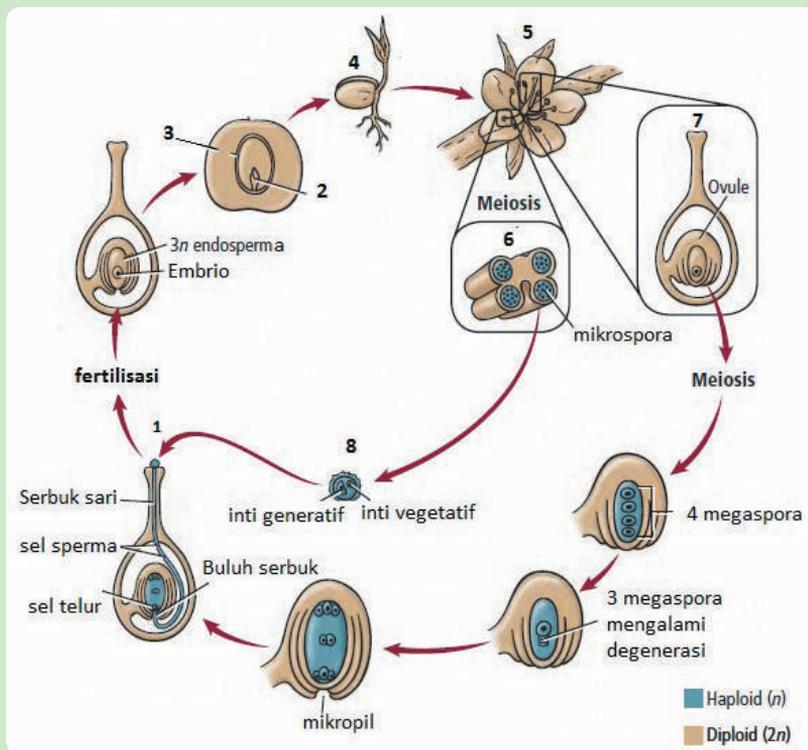
No.	Gambar			Keterangan
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke 6	
1	Biji yang dibiarkan di wadah			Biji tidak tumbuh
2	Biji yang direndam air			Biji berukuran lebih besar, tetapi tidak berkecambah
3	Biji yang diletakkan di atas kapas basah			Biji tumbuh dan berkembang membentuk daun, akar, dan batang

Alternatif Jawaban:

1. Biji dapat tumbuh baik pada keadaan cukup air (tidak berlebih).
2. Karena biji membutuhkan oksigen untuk melakukan pernapasan yang dapat menghasilkan energi. Energi yang dihasilkan digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan biji.
3. Keadaan cukup air. Faktor lain yang juga berpengaruh terhadap perkecambahan adalah kelembapan, cahaya, dan temperatur.
4. Faktor yang memengaruhi pertumbuhan biji adalah air.

b. Guru dapat menjelaskan pada peserta didik setelah biji dapat berkecambah, biji menjadi tumbuhan baru. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Selesaikan"

tentang perkembangan tumbuhan berbiji kegiatan dilakukan secara berkelompok. Peserta didik dapat membuka kembali materi yang telah dipelajari, misalnya tentang penyerbukan, dan seterusnya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Perkembangan Tumbuhan Berbiji

Sumber: Biggs *et al*. 2008

Gambar 2.2 Perkembangan Tumbuhan *Angiospermae*

Keterangan:

1. Proses penyerbukan
2. Struktur biji
3. Struktur buah
4. Proses perkecambahan
5. Struktur bunga
6. Struktur benang sari
7. Struktur putik
8. Struktur serbuk sari

c. Guru dapat memberikan penjelasan tentang perkembangan tumbuhan *Angiospermae* melalui suatu gambar atau tayangan. Selanjutnya, Guru dapat menginformasikan tentang sifat keturunan yang dihasilkan melalui perkembangbiakan generatif. Keturunan yang dihasilkan dari perkembangbiakan generatif memiliki sifat yang bervariasi, dapat memiliki sifat yang sama dengan induk, ataupun gabungan dari sifat induk jantan dan induk betina.

d. Pada akhir pembelajaran tentang perkembangbiakan pada tumbuhan *Angiospermae,* peserta didik diminta menyusun kesimpulan. Guru dapat mengajak peserta didik mensyukuri kekuasaan Tuhan Yang Maha Kuasa atas karunianya berupa kemampuan perkembangbiakan pada tumbuhan *Angiospermae*, sehingga tumbuhan yang sangat bermanfaat bagi manusia ini tidak mudah punah.

Pertemuan 4
Materi: Perkembangbiakan pada Tumbuhan *Gymnospermae, Pteridophyta,* dan *Bryophyta*

a. Pembelajaran perkembangbiakan pada tumbuhan *Gymnospermae,* dapat dilakukan dengan mengingatkan peserta didik tentang makanan dari melinjo, ”Pernahkah kamu memakan emping melinjo?” atau dengan bahasa daerah masing-masing, yang mudah dikenali oleh peserta didik. Guru juga dapat memberi contoh tumbuhan *Gymnospermae* lain kepada peserta didik, misalnya pinus atau pakis haji. Guru juga menunjukkan gambar tumbuhan tersebut, atau menunjukkan pohonnya langsung kepada peserta didik jika ada di lingkungan sekolah. Selanjutnya, guru dapat bertanya kepada peserta didik, ”Apakah tumbuhan tersebut memiliki bunga?”, ”Bagaimana cara perkembangbiakan tumbuhan tersebut?”, atau ”Apakah tumbuhan tersebut memiliki cara perkembangbiakan yang sama dengan tumbuhan Angiospermae?”

b. Peserta didik diajak untuk berdiskusi tentang alat perkembangbiakan generatif tumbuhan *Gymnospermae* berupa strobilus atau runjung jantan dan betina, proses penyerbukan, dan pembuahan. Selanjutnya, peserta didik mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Pikirkan” tentang penyerbukan dan penyebaran biji tumbuhan *Gymnospermae.*

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Sayap pada serbuk sari digunakan untuk membantu serbuk sari mencapai ovum dan bakal biji karena pada *Gymnospermae* strobilus jantan dan strobilus betina tidak terletak berdekatan. Biji bersayap juga digunakan untuk melakukan pemencaran biji dengan bantuan angin. Penyerbukan pada *Gymnospermae* tergolong anemogami dan penyebaran bijinya tergolong anemokori.

c. Ketika membahas materi perkembangbiakan vegetatif tumbuhan *Gymnospermae*, guru dapat menampilkan gambar bulbil pada tanaman pakis haji ataupun tunas akar pada pinus.

d. Pembahasan tentang perkembangbiakan tumbuhan *Gymnospermae* dapat diakhiri dengan meminta peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari serta mengajak peserta didik untuk menyebutkan apa saja peranan tumbuhan *Gymnospermae* bagi manusia.

e. Guru dapat mengawali pembelajaran perkembangbiakan pada Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) dengan menampilkan gambar atau menunjukkan bahan amatan dari tumbuhan paku, seperti paku ekor kuda, pakis, Pteris, atau paku tanduk rusa. Selanjutnya, guru dapat bertanya kepada peserta didik, ”Apakah kamu pernah menjumpai tumbuhan demikian?”. Guru dapat menjelaskan bahwa tumbuhan tersebut merupakan kelompok tumbuhan *Pteridophyta* atau tumbuhan paku. Selanjutnya, guru dapat bertanya, ”Pernahkah kamu menjumpai tumbuhan paku berbunga?”, ”Bagaimana cara tumbuhan paku berkembangbiak?”

f. Peserta didik diminta untuk berkelompok 3-5 orang untuk mengerjakan Aktivitas 2.4. Mengamati Struktur Tumbuhan Paku. Guru mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan cermat dan teliti, terutama dalam melakukan pengamatan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 2.4 Mengamati Struktur Tumbuhan Paku

Alternatif Jawaban Hasil Pengamatan:

Tabel 2.7 Hasil Pengamatan Struktur Daun Tumbuhan Paku

No.	Bagian Tumbuhan Paku	Gambar	Deskripsi
1	Pakis muda	Sumber: www.freedigitalphotos.net	Ujungnya menggulung
2	Permukaan atas daun pakis	Sumber: www.freedigitalphotos.net	Halus dan berlapis kutikula
3	Permukaan bawah daun pakis	Sumber: www.gettyimages.com	Memiliki benjolan ataupun bagian yang menghitam yang berisi spora

g. Setelah peserta didik selesai melakukan pengamatan, perwakilan peserta didik dapat melakukan presentasi hasil pengamatan kepada peserta didik lain di depan kelas. Peserta didik yang lain diberikan kesempatan untuk bertanya atau memberikan tanggapan selama presentasi.

h. Guru dapat menginformasikan kepada peserta didik bahwa pada bagian bawah daun beberapa tumbuhan paku adalah kotak spora yang berisi spora. Spora dapat tersebar dan jika lingkungan sesuai akan dapat berkembang menjadi tumbuhan paku yang baru.
i. Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan paku dapat dijelaskan oleh guru kepada peserta didik, yaitu dengan menggunakan rhizoma.
j. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk mengamati gambar perkembangan tumbuhan paku. Peserta didik dapat diajak untuk mengidentifikasi tahap gametofit dan sporofit tumbuhan paku. Guru dapat menekankan pada peserta didik bahwa tumbuhan paku juga mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan dan melalui tahap gametofit dan sporofit.
k. Pada akhir pembahasan materi perkembangbiakan tumbuhan paku, peserta didik dapat diajak untuk mensyukuri kekuasaan Tuhan Yang Maka Kuasa, yang melengkapi tumbuhan paku dengan spora yang dapat digunakan sebagai alat perkembangbiakan.
l. Untuk mempelajari perkembangbiakan pada tumbuhan lumut (*Bryophyta*), peserta didik diminta untuk mengamati gambar lumut atau peserta didik diminta mengingat kembali materi lumut yang telah dipelajari pada kelas VII.
m. Peserta didik mengamati gambar perkembangan tumbuhan lumut. Selanjutnya, peserta didik berdiskusi tentang perkembangbiakan generatif yang terjadi pada tumbuhan lumut. Perkembangbiakan generatif tumbuhan lumut melibatkan sel kelamin yang dihasilkan pada tahapan saat lumut berada pada tahap protonema. Zigot akan tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan lumut yang menghasilkan spora. Peserta didik dapat memahami materi tentang perkembangan tumbuhan lumut dengan memahami istilah seperti spora, sporogonium, sorus, rizoid, protonema dst. Guru dapat menampilkan gambar yang lebih besar untuk membantu menyamakan persepsi peserta didik.
n. Peserta didik diminta membuat bagan perkembangan tumbuhan lumut agar lebih mudah dalam memahaminya.
o. Peserta didik diajak berdiskusi untuk mempelajari perkembangbiakan vegetatif pada lumut. Guru dapat bertanya, ”Apakah tumbuhan lumut hanya dapat berkembang biak secara generatif?”, ”Apakah tumbuhan lumut dapat berkembang biak secara vegetatif?”, ”Bagaimana cara tumbuhan lumut berkembang biak secara vegetatif?” Guru dapat membantu peserta didik mengetahui alat perkembangbiakan lumut secara vegetatif dengan menampilkan gambar gemmae lumut ataupun membawa contoh lumut.

Pertemuan 5
Materi: Teknologi Perkembangbiakan pada Hewan

a. Guru dapat membelajarkan teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan dengan menampilkan tayangan berbagai macam teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan. Peserta didik diminta untuk menganalisis manfaat atau kelebihan dan kekurangan dari setiap teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan.

b. Memasuki materi perkembangbiakan aseksual pada hewan, guru mengingatkan peserta didik akan kekayaan alam Indonesia yang memiliki berbagai macam jenis hewan. Peserta didik diajak untuk mensyukuri nikmat Tuhan atas kekayaan alam yang diberikan Tuhan pada bumi Indonesia. Selanjutnya, guru dapat bertanya kepada peserta didik, ”Mungkinkah ikan yang setiap hari ditangkap mengalami kepunahan?”, ”Bagaimana cara ikan atau hewan lain menjaga kelestariannya?”

c. Guru dapat mengingatkan peserta didik bahwa seperti halnya tumbuhan, hewan juga dapat berkembang biak secara seksual dan aseksual. Ditekankan bahwa perkembangbiakan aseksual menggunakan potongan bagian tubuh untuk menghasilkan keturunan atau individu baru. Selanjutnya, peserta didik diajak berdiskusi tentang macam-macam perkembangbiakan aseksual pada hewan.

d. Peserta didik ditugaskan untuk mendiskusikan tentang Fragmentasi dan Regenerasi pada *Planaria* dengan teman sebangku agar lebih memahami mekanisme perkembangbiakan aseksual pada hewan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Tabel 2.8 Fragmentasi dan Regenerasi *Planaria*

No	Gambar	Pertanyaan
1		Apa yang akan terjadi bila *Planaria* dipotong pada bagian tengah tubuh (melintang)? Jawab: *Potongan tubuh Planaria akan membentuk bagian tubuh yang hilang. Potongan bagian kepala Planaria akan membentuk ekor dan potongan bagian ekor Planaria akan membentuk kepala.*

No	Gambar	Pertanyaan
2	a b → a b	Apa yang akan terjadi jika *Planaria* dipotong pada bagian tengah tubuh secara membujur? Jawab: *Potongan tubuh Planaria bagian **a** akan membentuk kepala dan ekor bagian sisi tubuhnya yang terpotong, begitu pula dengan potongan tubuh **b**.*
3		Apa yang akan terjadi pada bagian tubuh *Planaria* jika bagian kepala saja yang dibelah? Jawab: *Planaria akan meregenerasi potongan kepalanya dan akan terbentuk dua kepala Planaria.*
4		Apa yang akan terjadi jika *Planaria* dipotong pada bagian ekor secara membujur? Jawab: *Planaria akan meregenerasi ekornya dan akan terbentuk dua ekor.*
5		Apa yang akan terjadi jika *Planaria* dipotong pada bagian tubuh di dekat "kepala" dan dibelah pada bagian ekor? Jawab: *Potongan tubuh Planaria bagian kepala akan membentuk ekor baru dan potongan tubuh bagian ekor akan membentuk kepala serta membentuk dua ekor.*

No	Gambar	Pertanyaan
6		Apa yang akan terjadi bila *Planaria* dipotong menjadi tiga bagian, yaitu bagian "kepala", bagian tengah dan ekor? Jawab: *Potongan tubuh Planaria bagian kepala akan membentuk ekor. Potongan tubuh Planaria bagian tengah akan membentuk kepala dan ekor. Potongan tubuh Planaria bagian ekor akan membentuk kepala.*
7		Apa yang akan terjadi jika *Planaria* dipotong pada bagian tubuh dekat "kepala" dengan bentuk T? Jawab: *Potongan tubuh bagian kepala akan membentuk ekor. Potongan bagian ekor akan membentuk dua kepala.*

e. Untuk mempelajari perkembangbiakan seksual pada hewan guru dapat meminta peserta didik mengerjakan fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang cara perkembangbiakan hewan secara alami.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Tabel 2.9 Cara Perkembangbiakan Hewan

Bertelur	Beranak	Bertelur dan Beranak
Kupu-kupu Kecoak Cicak Cenderawasih Merak Hijau Elang Bintang Laut	Babi Kerbau Anoa Harimau Banteng Kuda Badak Bercula Satu Paus	Kadal Ular

Alternatif Kesimpulan:

Hewan dapat berkembang biak secara seksual dengan cara beranak, bertelur, bertelur dan beranak.

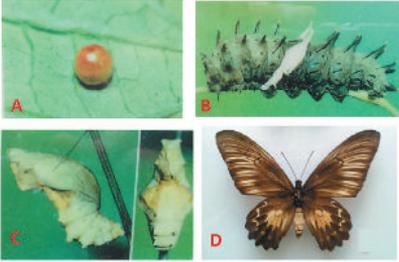
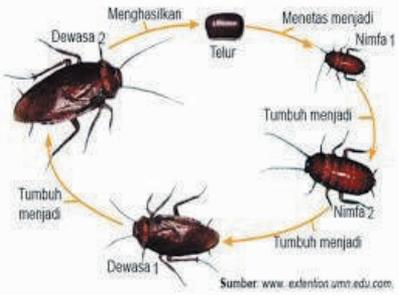
f. Setelah peserta didik menyelesaikan kegiatan tersebut, peserta didik diminta menjelaskan proses perkembangbiakan secara seksual. Selanjutnya, peserta didik diminta menyebutkan macam cara hewan berkembang biak secara seksual. Guru dapat menekankan bahwa setelah proses fertilisasi, zigot berkembang menjadi embrio. Pada beberapa hewan embrio akan tumbuh di rahim induk betina hingga siap dilahirkan menjadi individu baru. Berdasarkan cara perkembangan embrionya, hewan-hewan dapat dikategorikan sebagai hewan vivipar, ovipar, dan ovovivipar. Sebagai tambahan informasi, peserta didik diminta untuk membaca informasi yang terdapat pada fitur ”Tahukah kamu?”

g. Memasuki materi selanjutnya, yaitu perkembangan hewan, guru dapat mengingatkan pada peserta didik bahwa seperti halnya tumbuhan, hewan juga mengalami perkembangan. Peserta didik diminta untuk memberi contoh adanya hewan yang dalam perkembangan hidupnya mengalami perkembangbiakan secara seksual dan aseksual, misalnya pada ubur-ubur. Guru dapat menginformasikan bahwa terdapat beberapa hewan yang mengalami perubahan bentuk tubuh selama pertumbuhan dan perkembangan menuju dewasa, misalnya katak. Peserta didik diminta menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada ”Ayo, Kita Selesaikan” tentang metamorfosis agar peserta didik lebih paham tentang materi ini.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Tabel 2.10 Tahapan Metamorfosis Hewan

No	Gambar Hewan dan Tahap Pertumbuhan dan Perkembangannya	Keterangan
1	(a) (b) (c) (d) *(a) Telur (b) Larva (c) Pupa (d) Nyamuk*	*Metamorfosis pada nyamuk tergolong metamorfosis sempurna, karena* ***mulai dari telur sampai menjadi individu dewasa yang sempurna, mengalami perubahan bentuk tubuh***
2	*(a)* *(b)* *(c)* *(a) Telur (b) nimfa (c) belalang*	*Tahapan metamorfosis pada belalang adalah:* ***a. telur*** ***b. nimfa*** ***c. belalang*** *Metamorfosis pada belalang termasuk tipe metamorfosis* ***tidak sempurna***

No	Gambar Hewan dan Tahap Pertumbuhan dan Perkembangannya	Keterangan
3	*Telur → ulat→ kepompong→ kupu-kupu*	*Metamorfosis pada kupu-kupu termasuk ke dalam tipe metamorfosis* ***sempurna***
4	*(a) Telur (b) nimfa (c) kecoak dewasa*	*Metamorfosis pada kecoak termasuk ke dalam tipe metamorfosis* ***tidak sempurna***

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Tahap metamorfosis sempurna pada hewan, misalnya nyamuk adalah telur—larva—pupa—nyamuk.
2. Pada metamorfosis sempurna, perubahan bentuk tubuh tampak nyata dan jelas perbedaannya. Pada metamorfosis sempurna, sebelum hewan menjadi dewasa, melalui tahap ulat dan pupa, sedangkan pada metamorfosis tidak sempurna, sebelum hewan mencapai dewasa, telur yang menetas melalui tahap nimfa.
3. Alternatif kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan sebagai berikut.
   a. Metamorfosis adalah perubahan bentuk tubuh tiap tahap pertumbuhan dan perkembangannya.
   b. Metamorfosis dapat berupa metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna.

h. Setelah memahami materi perkembangbiakan pada hewan, peserta didik mengajukan pertanyaan atau guru yang mengajukan pertanyaan

yang berkaitan dengan kuasa Tuhan melengkapi makhluk-Nya dengan kemampuan berkembang biak agar dapat mempertahankan kelangsungan hidup. Tujuannya adalah agar peserta didik lebih mensyukuri dan mengagumi ciptaan Tuhan.

i. Peserta didik diajak untuk melakukan pendalaman materi terkait dengan pengendalian hayati melalui fitur ”Tahukah Kamu?”.

j. Peserta didik dapat mempelajari teknologi perkembangbiakan pada hewan, seperti inseminasi buatan. Peserta didik dapat mengajukan pertanyaan tentang teknologi perkembangbiakan pada hewan.

k. Pada akhir pembelajaran, guru meminta peserta didik menyimpulkan pembelajaran hari ini dan mengisi fitur ”Ayo, Kita Renungkan”.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran Bab 2 Perkembangbiakan pada Tumbuhan dan Hewan dapat dilihat pada Tabel 2.11

Tabel 2.11 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 2 Perkembangbiakan pada Tumbuhan dan Hewan

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Perkembangbiakan pada beberapa tumbuhan		✓		✓	✓	
	Struktur bunga	✓	✓	✓	✓		
	Penyerbukan bunga	✓					
	Struktur daun tumbuhan paku	✓					

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Selesaikan	Penyebaran biji			✓			
	Perkembangan tumbuhan berbiji	✓					
	Perkembangan Gymnospermae	✓	✓				
	Cara perkembangbiakan hewan secara seksual			✓			
	Metamorfosis	✓	✓		✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan	✓			✓		
	Fragmentasi dan regenerasi *Planaria*		✓	✓			
Ayo, Kita Cari Tahu	Manfaat perkembangbiakan vegetatif buatan bagi manusia		✓				
	Faktor yang memengaruhi gerak serbuk sari			✓			
	Teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Penyerbukan			✓			
	Faktor yang memengaruhi perkecambahan	✓	✓		✓		
	Penyerbukan dan penyebaran biji Gymnospermae		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Penyetekan pada berbagai tanaman		✓				
	Mengembangbiakkan kentang			✓			

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan dapat dilihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab Perkembangbiakan pada Tumbuhan dan Hewan

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menentukan sifat keturunan hasil perkembangbiakan	A1					
Mengelompokkan perkembangbiakan vegetatif buatan	A2					
Menganalisis penyerbukan pada jenis tanaman yang berbeda		A3				
Menentukan urutan tahap perkecambahan		A4				
Menganalisis faktor yang dibutuhkan pada perkecambahan					A5	
Menjelaskan proses fertilisasi		A6				
Menjelaskan fungsi pengendalian biologis		A7				
Menganalisis faktor yang memengaruhi proses perkecambahan					A8	
Menentukan tahapan metamorfosis	A9					
Menjelaskan cadangan makanan pada embrio			A10			
Menjelaskan cara perkembangbiakan secara seksual		B1				
Menjelaskan proses penyerbukan dengan perantara kupu-kupu		B2				
Menganalisis perbedaan hasil perkembangbiakan secara seksual dan aseksual			B3			
Menganalisis upaya pengendalian biologis pada tahapan metamorfosis serangga			B4			
Menganalisis faktor penyebab tidak terbentuk embrio ayam			B5			

D. Materi Pengayaan

Teknologi Perkembangbiakan

1. Hidroponik

Hidroponik merupakan suatu cara penanaman tumbuhan dengan menggunakan larutan nutrisi dan mineral dalam air dan tanpa menggunakan tanah. Tanaman darat, khususnya sayuran seperti paprika, tomat, timun, melon, terong, dan selada dapat ditumbuhkan secara langsung dalam wadah yang berisi nutrisi atau dengan ditambah medium yang tak larut dalam air, misalnya kerikil, arang, sekam, spons, serbuk kayu, wol sintetik, dan lain sebagainya. Ilmuwan menemukan bahwa tumbuhan menyerap nutrisi yang penting dalam bentuk ion-ion yang terlarut dalam air.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.3 Hidroponik

Dalam kondisi alami, tanah sebenarnya berfungsi sebagai tempat penyimpan nutrisi, sedangkan tanahnya sendiri tidak diserap oleh tumbuhan. Jadi, ketika nutrisi yang dibutuhkan tumbuhan telah disediakan dengan cara dilarutkan dalam air secara buatan, maka tanah sudah tidak lagi dibutuhkan bagi tumbuhan untuk tumbuh subur. Keuntungan budi daya tanaman menggunakan teknik hidroponik sebagai berikut.

a. Tidak memerlukan tanah.
b. Air yang berada dalam instalasi alat dapat digunakan kembali, sehingga membutuhkan sedikit air.
c. Nutrisi dapat dikendalikan, sehingga menghemat penggunaan pupuk.
d. Tidak ada pencemaran lingkungan akibat kebanyakan pupuk.
e. Mudah dalam memanen hasil tanam.
f. Mudah dalam menanggulangi hama dan penyakit.

2. Vertikultur

Vertikultur adalah teknik budidaya tanaman dengan cara membuat instalasi secara bertingkat (vertikal) dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah tanaman. Teknik budidaya ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk diterapkan di daerah perkotaan dan lahan terbatas. Media dalam penanaman menggunakan vertikultur dapat menggunakan tanah atau dengan menggunakan air (dipadukan dengan hidroponik). Selain meningkatkan jumlah tanaman, teknik ini akan merangsang seseorang untuk menciptakan kreasi dalam menjaga keanekaragaman hayati di lingkungan tempat tinggal sehingga menciptakan suasana alami yang menyenangkan, serta memperoleh hasil panenan yang sehat dan berkualitas. Struktur penanaman secara vertikal, dapat memudahkan kita dalam membuat dan memeliharanya.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.4 Vertikultur

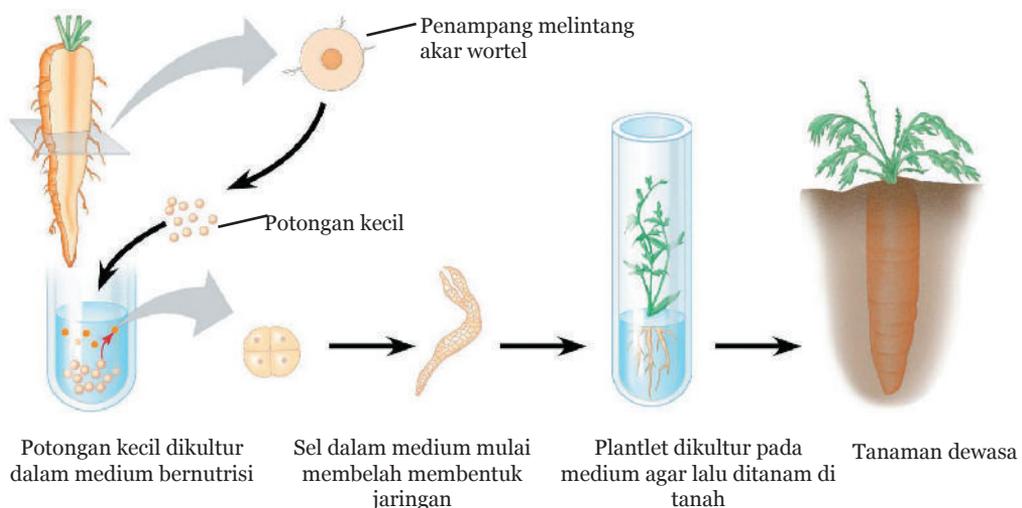
Model, bahan, ukuran, dan wadah dalam teknik vertikultur sangat beragam dan dapat disesuaikan dengan kondisi dan keinginan. Pada umumnya adalah berbentuk persegi panjang, segi tiga, atau dibentuk mirip anak tangga, atau sejumlah rak. Bahan dapat berupa bambu atau pipa paralon, kaleng bekas, bahkan karung beras pun dapat digunakan, karena salah satu prinsip dari vertikultur adalah memanfaatkan benda-benda bekas di sekitar kita. Tanaman yang akan ditanam dengan teknik ini sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan memiliki nilai ekonomis tinggi, berumur pendek, dan berakar pendek. Tanaman sayuran yang sering dibudidayakan secara vertikultur antara lain selada, kangkung, bayam, kemangi, tomat, pare, kacang panjang, dan mentimun.

3. Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan adalah suatu metode perbanyakan tumbuhan dengan cara mengambil suatu bagian dari tanaman, seperti sel atau sekelompok sel, jaringan, atau organ. Bagian tanaman tersebut kemudian ditumbuhkan dalam kondisi steril pada medium yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh (hormon). Dalam kondisi tersebut, bagian tanaman dapat memperbanyak diri dan berkembang menjadi tanaman yang memiliki organ yang lengkap yaitu akar, batang, dan daun. Semua jenis tumbuhan dapat dibiakkan menggunakan metode ini. Namun, tiap-tiap jenis tanaman membutuhkan perlakuan khusus agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

Sumber: biovegen.org

Gambar 2.5 Tanaman Hasil Kultur Jaringan Tumbuhan

Perbanyakan tanaman menggunakan metode kultur jaringan memiliki beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan metode tradisional, yaitu tanaman hasil kultur bebas dari penyakit, waktu pertumbuhan dan perbanyakan tumbuhan relatif lebih singkat, dapat menghasilkan keturunan dalam jumlah yang sangat banyak, tidak membutuhkan lahan yang luas, dan tidak tergantung musim. Untuk menghasilkan tanaman hasil kultur yang baik dan bebas dari penyakit, bagian tumbuhan yang akan dipilih untuk dikultur biasanya diambil dari bagian meristem tanaman, baik meristem pucuk atau meristem ketiak. Pemilihan jaringan ini dilakukan karena jaringan meristem memiliki daya regenerasi (kemampuan tumbuh) yang sangat tinggi dan sangat kecil kemungkinan terinfeksi penyakit. Pelaksanaan metode kultur jaringan ini secara umum meliputi persiapan medium tanam yaitu berupa medium agar ditambah nutrisi tertentu, persiapan eksplan atau bahan tanaman, penanaman bahan tanam pada medium, penumbuhan bahan tanam, serta aklimatisasi atau proses adaptasi dengan lingkungan alami. Proses kultur jaringan secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.6.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

Gambar 2.6 Proses Kultur Jaringan secara Umum

4. Inseminasi Buatan (Kawin Suntik)

Kawin suntik atau dikenal dengan istilah inseminasi buatan (IB) adalah pemasukan sperma (semen) dari sapi jantan yang unggul ke dalam saluran perkembangbiakan sapi betina dengan bantuan manusia. Inseminasi buatan ini dilakukan dengan cara memasukkan sperma (semen) yang telah dibekukan dengan menggunakan alat semacam suntikan. Inseminasi buatan memiliki beberapa manfaat sebagai berikut.

a. Efisiensi waktu. Sebelum dikenal teknologi ini, peternak sapi harus mencari sapi pejantan yang unggul untuk mengawini sapi betina. Namun, dengan inseminasi buatan, peternak sapi cukup memanggil inseminator (orang yang menyediakan jasa inseminasi buatan) dan pemilik sapi dapat menentukan jenis bibit sperma (semen) yang mereka inginkan.
b. Efisiensi biaya. Dengan inseminasi buatan, peternak sapi cukup memelihara sapi betina, tidak perlu memelihara sapi pejantan, sehingga biaya yang dikeluarkan dapat dikurangi.
c. Memperbaiki kualitas anakan sapi. Dengan inseminasi buatan, sapi jenis lokal dapat menghasilkan anakan sapi yang unggul. Karena bibit sperma (semen) yang dimasukkan dapat berasal dari sapi-sapi unggulan, bahkan dari sapi-sapi luar negeri.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 2.7 Proses Inseminasi Buatan Pada Sapi

E. Interaksi dengan Orang Tua

Orang tua dapat terlibat dalam membantu peserta didik mencari bahan amatan atau membantu peserta didik menjawab berbagai aktivitas.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. D
2. A
3. D
4. B
5. A
6. D
7. C
8. D
9. A
10. B

2. Uraian

1. Secara seksual tumbuhan berkembang biak dengan menggunakan sel kelamin jantan dan betina yang dihasilkan pada bunga. Diawali dengan peristiwa penyerbukan, lalu pembuahan atau fertilisasi. Proses menempelnya serbuk sari ke kepala putik disebut penyerbukan (polinasi). Pada saat terjadi penyerbukan, di dalam serbuk sari sudah terdapat sel tabung dan sel generatif. Setelah serbuk sari melekat pada kepala putik (stigma) yang sesuai (berasal dari tumbuhan yang berkerabat dekat atau sejenis), maka serbuk sari akan menyerap air dan berkecambah membentuk buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari tumbuh dan memanjang bergerak menuju bakal buah melalui tangkai putik. Selama pertumbuhan, inti sel generatif membelah menjadi dua membentuk dua sel sperma. Selanjutnya, terjadi proses fertilisasi, yaitu inti sel sperma membuahi inti sel telur (ovum) membentuk zigot (calon individu baru), dan inti sel sperma yang lain membuahi inti kandung lembaga sekunder membentuk angiosperma atau cadangan makanan. Zigot yang terbentuk akan berkembang menjadi biji. Biji hasil perkembangbiakan secara seksual dapat tumbuh jika berada pada tempat yang sesuai untuk perkecambahan.

2. Serbuk sari dari suatu bunga yang dihinggapi kupu-kupu dapat menempel pada kaki ataupun tubuh kupu-kupu. Ketika kupu-kupu berpindah ke bunga lain (pada satu tanaman atau pada tanaman yang berbeda), serbuk sari yang menempel akan ikut berpindah dan serbuk sari dapat menempel pada putik bunga lain, sehingga dapat terjadi proses polinasi atau penyerbukan.
3. Tanaman yang ditanam dari hasil cangkok akan memiliki sifat yang sama dengan induk. Tanaman yang ditanam dengan menggunakan cara mencangkok dapat berbuah lebih cepat. Pada tanaman mangga yang ditanam dari biji dapat memiliki sifat yang bervariasi dan tidak dapat dipastikan memiliki sifat yang sama dengan salah satu induk. Sifat dari induk jantan dan betina dapat muncul pada tumbuhan baru yang ditanam dari biji.
4. Upaya yang efektif untuk mengendalikan nyamuk di lingkungan, di antaranya adalah: a) menerapkan 3M untuk mencegah telur nyamuk tumbuh dan berkembang dengan cara menutup tempat penampungan air, menguras tempat penampungan air secara rutin maksimal seminggu sekali, dan mengubur barang bekas yang dapat menjadi tempat genangan air; b) menguras penampungan air yang di dalamnya terdapat larva (jentik-jentik) nyamuk atau memberikan obat, baik obat alami (seperti ekstrak tanaman) maupun obat abate ke tempat penampungan air yang di dalamnya terdapat larva (jentik-jentik) nyamuk untuk mencegah perkembangan larva nyamuk.
5. Telur yang dihasilkan oleh ayam petelur tidak melalui proses fertilisasi (tidak dibuahi). Oleh karenanya, telur yang dihasilkan tidak mengandung embrio dan bila dierami tidak akan menetas.

G. Tugas Proyek

Disediakan dua macam kegiatan proyek. Kegiatan proyek I tentang perkembangbiakan vegetatif pada tanaman kentang dan kegiatan proyek II tentang perkembangbiakan vegetatif buatan, yaitu melakukan penyetekan pada berbagai tanaman. Guru dapat meminta peserta didik membentuk kelompok dalam mengerjakan kegiatan proyek. Guru dapat memilih salah satu kegiatan proyek yang dikerjakan.

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± lima minggu. Tugas proyek diberikan pada awal kegiatan pembelajaran tentang perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan, maupun pada akhir kegiatan pembelajaran materi sebelumnya. Pada minggu pertama, peserta didik dapat mulai melakukan penanaman. Pada minggu kedua hingga minggu kelima peserta didik dapat melaksanakan pengamatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Guru dapat meminta peserta didik memotret proses pelaksanaan proyek dan hasil perkembangbiakan tanaman secara vegetatif pada kentang maupun pada berbagai jenis tanaman dengan menggunakan setek. Hasil foto dapat dijadikan bahan poster.

3 Petunjuk Pembelajaran: Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 3 ini memuat materi tentang pewarisan sifat pada makhluk hidup dan molekul yang mendasari pewarisan sifat pada makhluk hidup yaitu materi genetik, struktur DNA dan RNA, serta penerapan pewarisan sifat dalam pemuliaan makhluk hidup. Dijelaskan pula tentang istilah-istilah terkait dengan pewarisan sifat seperti gen, alel, fenotipe, genotipe, dominan, resesif, homozigot, dan heterozigot. Pada bagian selanjutnya, dijelaskan tentang pewarisan sifat Mendel, yaitu persilangan monohibrida dan dihibrida. Kemudian, dipaparkan pewarisan sifat pada manusia dan pewarisan kelainan-kelainan sifat pada manusia seperti albino, buta warna, hemofilia, dan kanker. Pada bagian akhir dipaparkan peranan pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan dan hewan. Pada bab Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup ini terdapat beberapa aktivitas yang dapat dilakukan antara lain: mengidentifikasi sifat-sifat anggota keluarga, mengidentifikasi kromosom laki-laki, melakukan persilangan, dan melacak sejarah kesehatan keluarga.

1. Kompetensi Dasar

3.3 Menerapkan konsep pewarisan sifat dalam pemuliaan dan kelangsungan makhluk hidup.

4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.3 dan KD 4.3.

3.3.1 Menjelaskan molekul yang mendasari pewarisan sifat pada makhluk hidup

3.3.2 Mengidentifikasi struktur molekul DNA

3.3.3 Mendeskripsikan struktur materi genetik yang bertanggung jawab dalam pewarisan sifat (DNA, RNA, dan kromosom)

3.3.4 Menganalisis hubungan antara kromosom, DNA, gen, RNA, dan karakteristik makhluk hidup

3.3.5 Menjelaskan peranan materi genetik dalam penentuan sifat

3.3.6 Menentukan hasil persilangan monohibrida dan dihibrida melalui diagram sesuai hukum pewarisan sifat

3.3.7 Menerapkan hukum Mendel pada pewarisan sifat makhluk hidup

3.3.8 Mengidentifikasi pewarisan sifat yang ada pada manusia

3.3.9 Mengidentifikasi karakteristik anggota keluarga untuk menemukan hukum pewarisan sifat

3.3.10 Membandingkan kromosom tubuh orang laki-laki, orang perempuan, dan sel kelamin
3.3.11 Membuat bagan persilangan sesuai dengan data yang telah disajikan
3.3.12 Menganalisis mekanisme pewarisan kelainan sifat pada manusia
3.3.13 Menjelaskan mekanisme pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan dan hewan
4.3.1 Menyajikan poster hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait tentang tanaman hasil pemuliaan
4.3.2 Menyajikan poster hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber terkait tentang hewan hasil pemuliaan

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian bab 3 tentang pewarisan sifat pada makhluk hidup memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut sebagai berikut.

Tabel 3.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Molekul yang mendasari pewarisan sifat ▪ Materi genetik ▪ Struktur DNA dan RNA
2	Peranan materi genetik dalam penentuan sifat
3	Hukum pewarisan sifat ▪ Persilangan dihibrida ▪ Persilangan monohibrida
4	Pewarisan sifat pada makhluk hidup dan kelainan sifat yang diturunkan ▪ Pewarisan warna kulit ▪ Tipe perlekatan cuping telinga ▪ Pewarisan bentuk rambut ▪ Pewarisan bentuk pertumbuhan rambut pada dahi ▪ Pewarisan kelainan buta warna ▪ Pewarisan kelainan hemofilia
5	Penerapan pewarisan sifat dalam pemuliaan makhluk hidup ▪ Pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan ▪ Pewarisan sifat dalam pemuliaan hewan
6	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Setiap sifat dan karakteristik yang ada pada setiap orang adalah warisan dari orang tua yang diwariskan melalui materi genetik yaitu *deoxyribonucleic acid* (DNA) dan *ribonucleic acid* (RNA). Pada suatu untai DNA terdapat unit instruksi atau perintah yang memengaruhi sifat atau yang menentukan karakteristik setiap makhluk hidup yang disebut gen. Untai DNA yang panjang akan mengalami kondensasi atau pemintalan sehingga menjadi struktur yang lebih padat yang disebut kromosom.

b. DNA memiliki struktur seperti suatu untai ganda yang membentuk heliks. Struktur DNA yang panjang tersusun atas satu unit kecil yang disebut dengan nukleotida. Satu unit nukleotida tersusun atas gugus fosfat, gula deoksiribosa, dan basa nitrogen. Nukleotida ini dapat dibagi menjadi struktur yang lebih kecil disebut nukleosida. Satu unit nukleosida tersusun atas gula deoksiribosa dan basa nitrogen (tanpa gugus fosfat). Ada empat senyawa basa nitrogen yang menyusun DNA yaitu adenin (A) yang selalu berpasangan dengan timin (T), serta guanin (G) yang selalu berpasangan dengan sitosin (C). Basa nitrogen adenin dan guanin dikelompokkan dalam basa purin, sedangkan timin dan sitosin dikelompokkan dalam basa pirimidin.

c. Materi genetik sangat berperan dalam pewarisan sifat atau karakter-karakter tertentu pada makhluk hidup. Karakter yang mampu mengalahkan atau menutupi karakter yang lain disebut karakter dominan. Karakter ini akan tampak atau muncul pada individu makhluk hidup. Karakteristik yang kalah atau tertutupi disebut karakter resesif. Gen-gen yang mengode karakteristik makhluk hidup memiliki variasi. Variasi atau bentuk alternatif dari gen-gen disebut alela, misalnya gen U (mengode warna ungu pada bunga) dan gen u (mengode warna putih pada bunga). Contoh lain yaitu karakter cuping yang terpisah dikode oleh gen G sedangkan karakter cuping melekat dikode gen g. Karakter-karakter fisik (mencakup bentuk luar, fungsi alat tubuh, dan tingkah laku yang dapat diamati langsung) sebagai akibat perwujudan ”ekspresi” dari gen disebut fenotipe. Sedangkan keseluruhan susunan informasi genetik dari suatu individu yang tidak dapat dilihat secara langsung disebut genotipe.

d. Pada sel-sel somatik atau sel tubuh, kromosom berada dalam keadaan berpasangan yang disebut dengan keadaan diploid. Pada kariotipe sel gamet tiap kromosom dalam keadaan tidak berpasangan dengan jumlah setengah dari jumlah kromosom sel tubuh (sel somatik), keadaan ini disebut dengan keadaan haploid. Kromosom juga dapat dibedakan menjadi kromosom kelamin atau gonosom yaitu X dan Y, pada kromosom ini terdapat beberapa gen yang berperan dalam mengatur

jenis kelamin pada manusia serta kromosom-kromosom tubuh atau autosom (selain kromosom kelamin).

e. Berdasarkan persilangan yang dilakukan Mendel terhadap kacang kapri yang memiliki satu sifat beda, Mendel mengemukakan rumusan yang disebut **hukum I Mendel** atau disebut juga **hukum Segregasi**. Hukum Segregasi menyatakan bahwa pada waktu pembentukan gamet terjadi segregasi atau pemisahan alela (variasi gen) secara bebas, dari diploid menjadi haploid. Misalnya genotipe suatu tanaman *Uu*, maka gamet yang dibentuk akan membawa *gen U* dan *gen u*.

f. Berdasarkan persilangan yang dilakukan Mendel terhadap kacang kapri yang memiliki dua sifat beda, Mendel menyimpulkan bahwa pada saat pembentukan gamet, alela atau variasi gen yang menentukan karakter-karakter berbeda dapat bergabung secara bebas satu sama lain. Misalnya suatu induk memiliki genotipe *BbKk*, maka *gen B* dan *gen b* serta *gen K* dan *gen k* akan memisah, kemudian kedua pasangan tersebut akan bergabung secara bebas sehingga kemungkinan gamet yang terbentuk akan memiliki susunan *gen BK*, *Bk*, *bK*, dan *bk*. Kesimpulan ini selanjutnya dikenal dengan **hukum II Mendel** atau disebut juga **hukum Penggabungan Bebas**.

g. Banyak karakteristik pada tubuh manusia yang dapat diamati secara langsung dan dijelaskan melalui pewarisan sifat, misalnya warna kulit yang diakibatkan oleh gen-gen yang sifatnya kumulatif; bentuk pertumbuhan rambut pada dahi ada yang berbentuk ”V” yang dikode oleh gen W (dominan); tipe perlekatan cuping telinga apakah melekat (gg) atau terpisah (GG atau Gg); dan bentuk rambut, di mana rambut keriting dikode oleh gen C (dominan), lurus oleh gen s (resesif terhadap C), dan rambut bergelombang oleh gen Cs.

h. Kelainan yang dimiliki seseorang dapat disebabkan oleh gangguan pada saat perkembangan dalam rahim atau memang diwariskan dari kedua orang tua. Contoh kelainan-kelainan yang diwariskan dari orang tua yaitu: albino yang merupakan kelainan yang memiliki karakteristik tidak adanya semua atau sebagian pigmen pada kulit, disebabkan oleh adanya gen resesif dalam keadaan homozigot (aa); buta warna disebabkan adanya gen buta warna yang terpaut atau terletak pada kromosom X, dinotasikan dengan X^{cb}, perempuan yang buta warna memiliki genotipe X^{cb} X^{cb}, sedangkan laki-laki yang buta warna memiliki genotipe $X^{cb}Y$; Hemofilia adalah kelainan di mana darah sulit untuk menggumpal saat terjadi luka pada bagian tubuh tertentu yang disebabkan tidak dihasilkannya faktor penggumpalan darah dalam tubuh seseorang. Gen hemofilia terletak pada kromosom X dan sering ditandai dengan lambang X^h, laki-laki yang menderita hemofilia adalah laki-laki yang memiliki kromosom X yang mengandung gen hemofilia

(X^hY), wanita yang menderita hemofilia memiliki genotipe X^hX^h namun akan meninggal saat dilahirkan bahkan dalam kandungan.

i. Konsep pewarisan sifat telah diterapkan dalam pemuliaan makhluk hidup, yaitu suatu usaha untuk mendapatkan bibit yang unggul. Contoh pemuliaan tanaman yang telah dikembangkan adalah usaha untuk mendapatkan bibit padi yang unggul, misalnya varietas Arize, Intani, PPH, Bernas Prima, dan varietas IPB 4S. Varietas unggul ini diperoleh dengan cara persilangan beberapa varietas padi yang memiliki sifat menguntungkan. Selain padi juga ada jagung, misalnya Hibrida C1, Hibrida CP 1 dan CPI 2, Hibrida IPB 4, Hibrida Pioneer 2, Malin, Metro, dan varietas Bima. Pewarisan sifat juga berperan penting dalam pemuliaan hewan, yaitu dalam rangka untuk menghasilkan hewan ternak berkualitas tinggi, misalnya unggas yang mampu menghasilkan banyak telur, sapi dengan kualitas susu dan daging yang baik. Selain dengan melalui persilangan, pemuliaan makhluk hidup dapat pula dilakukan melalui rekayasa genetika, yaitu dengan mengubah susunan gen pada suatu organisme.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran bab 3 tentang pewarisan sifat pada makhluk hidup, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, inkuiri, *learning cycle, Group Investigation (GI), discovery learning, Creative Problem Solving (CPS)* atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi: Molekul yang Mendasari Pewarisan Sifat

a. Pada pertemuan sebelumnya, peserta didik diminta untuk membawa foto keluarga yang berisi foto ayah, ibu, dan saudara-saudaranya.

b. Untuk mengawali pembelajaran materi genetik, peserta didik dibimbing untuk mempelajari fitur ”Tahukah Kamu?” tentang tes DNA yang terdapat pada bagian akhir bab. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk mengidentifikasi persamaan dan perbedaan sifat-sifat antar peserta didik di kelas, atau dengan mengajak peserta didik untuk mengidentifikasi persamaan dan perbedaan sifat-sifat setiap peserta didik di kelas dengan anggota keluarganya melalui foto yang dibawa peserta didik.

c. Cara yang lain guru dapat meminta empat peserta didik (2 laki-laki dan 2 perempuan) untuk maju ke depan kelas. Peserta didik yang lain diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifat (terutama mengarah

pada sifat fisik, seperti warna kulit, bentuk rambut, dsb.) pada teman yang ditunjuk maju ke depan. Guru dapat bertanya ”Apa penyebab perbedaan karakteristik pada teman-temanmu?”

Alternatif jawaban peserta didik:
- Karena orang tua mereka berbeda.
- Karena aktivitas mereka berbeda (suka olahraga yang berakibat tubuh menjadi tinggi, suka makan yang dapat berakibat tubuh menjadi gemuk).
- Karena DNA-nya berbeda atau karena gen-nya berbeda.

d. Peserta didik diminta untuk mengamati foto anggota keluarganya dan meminta perwakilan peserta didik untuk menemukan persamaan dan perbedaan yang ditemukan pada anggota keluarga.

e. Setelah mengamati karakteristik setiap orang yang berbeda, peserta didik diajak untuk bersyukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena melalui keanekaragaman gen ini tidak ada satu manusia pun yang diciptakan sama. Melalui gen ini pula karakteristik tubuh kita mirip dengan orang tua kita, jadi sekali lagi harus bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan adanya gen-gen ini. Kekurangan satu gen saja dapat menyebabkan kelainan pada karakteristik tubuh kita.

f. Peserta didik mempelajari materi genetik, serta struktur DNA dan RNA melalui kegiatan tanya jawab secara klasikal. Guru dapat bertanya kepada peserta didik, ”Melalui apakah orang tua mewariskan sifat-sifat pada anaknya, sehingga anak memiliki kesamaan dengan orang tua?”. Sifat-sifat pada orang tua diturunkan kepada anak melalui materi genetik berupa DNA dalam bentuk kromosom. Guru dapat mengakomodasi berbagai pertanyaan peserta didik, memberikan penghargaan jika jawaban peserta didik tepat, dan memberikan semangat untuk belajar lebih banyak lagi, serta mengarahkan peserta didik untuk dapat memberikan jawaban dengan tepat jika jawaban peserta didik kurang tepat.

g. Selanjutnya, peserta didik mempelajari konsep tentang DNA dan RNA sebagai materi genetik. Guru bertanya ”Di mana letak DNA?”. Untuk mengarahkan peserta didik menjawab pertanyaan, Guru meminta peserta didik melihat Gambar 3.2 yaitu untaian molekul DNA pada suatu sel dan Gambar 3.3. yaitu kromosom dapat terlihat pada sel-sel akar bawang yang mengalami pembelahan. Kemudian, peserta didik diminta untuk menjelaskan letak DNA dan hubungannya dengan kromatin, serta kromosom.

h. Jika di sekolah terdapat fasilitas mikroskop dan preparat akar bawang yang terlihat struktur kromosomnya, peserta didik dapat menggunakan fasilitas tersebut dan menunjukkan bentuk serta letak kromosom. Pada

setiap tahapan pembelajaran. Jika dirasa perlu, guru dapat meminta peserta didik untuk mencatat informasi yang diperoleh serta istilah penting dari sumber informasi yang dimiliki peserta didik, dan hasil diskusi ataupun dari penjelasan guru.

i. Peserta didik dibimbing untuk mempelajari materi struktur DNA dan RNA dengan mengajukan pertanyaan, ”Tahukah kamu bagaimana struktur DNA?”. Sebelum memasuki materi struktur DNA lebih jauh, peserta didik diarahkan untuk membaca sejarah penemuan DNA oleh Rosalind Franklin, Frances Crick, dan James Watson.

j. Peserta didik diminta untuk mengamati dan mengidentifikasi struktur DNA seperti pada Gambar 3.5 yaitu struktur molekul DNA dan Gambar 3.6 tentang struktur RNA. Jika memungkinkan, Guru dapat membuat model DNA dan RNA atau gambar yang dapat ditampilkan kepada peserta didik terkait dengan struktur DNA dan RNA. Peserta didik dibimbing dalam mencatat informasi dan istilah penting dari sumber informasi yang dimiliki peserta didik. Untuk memantau pemahaman peserta didik dalam mempelajari dan mengidentifikasi struktur DNA dan RNA, guru dapat bertanya kepada peserta didik satu persatu secara bergantian dengan contoh pertanyaan sebagai berikut.

1) ”Bagaimana bentuk DNA?” (alternatif jawaban: tersusun atas dua untai yang membentuk heliks)
2) ”Apa saja molekul penyusun DNA?” (Alternatif jawaban: gula deoksiribosa, basa nitrogen, gugus fosfat)
3) ”Coba kamu perhatikan molekul basa nitrogen! Apa saja jenis-jenis basa nitrogen dan bagaimana karakteristiknya?” (Alternatif jawaban: ada empat jenis basa nitrogen yaitu adenin (A), timin (T), guanin (G), dan sitosin (C). Adenin selalu berikatan dengan timin, sedangkan guanin selalu berikatan dengan sitosin)
4) ”Coba perhatikan struktur DNA dan RNA! Dapatkah kamu menemukan perbedaannya? Coba jelaskan perbedaan antara struktur DNA dan RNA! (Alternatif jawaban: Perbedaan struktur DNA dan RNA di antaranya: 1) jenis basa nitrogen, basa nitrogen timin (T) terdapat pada DNA dan urasil (U) terdapat pada RNA, dan 2) jenis gugus gula, gula pada DNA berjenis gula deoksiribosa dan gula pada RNA berjenis gula ribosa)

k. Setelah peserta didik mampu memahami materi genetik hingga struktur DNA dan RNA, peserta didik dapat mempelajari peranan materi genetik dalam penentuan sifat dan istilah-istilah dalam pewarisan sifat. Untuk memulai mempelajari materi tersebut, peserta didik diminta untuk menyiapkan foto keluarga untuk melakukan Aktivitas 3.1 yaitu mengidentifikasi sifat-sifat anggota keluarga.

l. Peserta didik dibimbing untuk menjelaskan istilah-istilah pada pewarisan sifat berdasarkan karakter-karakter pada Aktivitas 3.1. Peserta didik dapat bertanya kepada guru istilah yang kurang dipahami. Guru juga dapat memberikan tugas ini sebagai tugas rumah, sehingga peserta didik dapat berinteraksi dengan orang tua. Tugas dapat diberikan pada pertemuan sebelumnya, tetapi dengan catatan peserta didik telah diberi pengarahan sebelumnya. Tugas juga dapat diberikan setelah pertemuan pertama dan sebagai bahan diskusi pada pertemuan kedua.

Pertemuan 2
Materi: Peranan Materi Genetik dalam Penentuan Sifat

a. Pertemuan kedua dapat diawali dengan mengingatkan peserta didik pada materi sebelumnya, yaitu tentang materi genetik dan struktur DNA dan RNA.

b. Jika Aktivitas 3.1 tentang mengidentifikasi sifat-sifat keluarga telah ditugaskan kepada peserta didik, peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil identifikasi terhadap sifat anggota keluarga, kemiripan yang dimiliki dan perbedaan yang dimiliki antaranggota keluarga. Kemudian, guru bersama dengan peserta didik menjawab pertanyaan yang terdapat pada bagian akhir Aktivitas 3.1. Guru dapat sekaligus memberikan penguatan jawaban serta mengajak peserta didik menganalisis sifat dominan dan resesif, alela, istilah genotipe dan fenotipe melalui data yang diperoleh peserta didik pada Aktivitas 3.1.

c. Jika Aktivitas 3.1 belum ditugaskan kepada peserta didik, peserta didik dapat diminta untuk bekerja secara kooperatif dan kolaboratif bersama peserta didik lain dalam menyelesaikan Aktivitas 3.1 dan kemudian membahas melalui kegiatan presentasi dan diskusi secara klasikal.

d. Kegiatan pembelajaran dapat dilanjutkan untuk mengenalkan peserta didik tentang kromosom. Guru dapat mengajukan pertanyaan kepada peserta didik, ”Apakah peserta didik laki-laki dan perempuan, atau saudara kandung laki-laki dan perempuan memiliki kromosom atau gen yang sama?”. Guru dapat menyampaikan pertanyaan lanjutan seperti yang tertera pada Buku Siswa, ”Apakah ada gen atau kromosom yang berperan dalam menentukan jenis kelamin pada manusia?”.

e. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 3.2 yaitu mengidentifikasi kromosom laki-laki dan perempuan. Melalui aktivitas ini peserta didik dapat mengetahui peranan gen dalam kromosom dalam menentukan jenis kelamin pada manusia. Peserta didik diminta bekerja secara berkelompok untuk menyelesaikan Aktivitas 3.2.

f. Perwakilan peserta didik dalam kelompok diminta menyampaikan jawaban hasil diskusi di depan kelas dan guru dapat memberikan konfirmasi jawaban. Guru dapat menampilkan gambar serupa dengan Gambar 3.8 pada Buku Siswa untuk mempermudah guru memberikan konfirmasi jawaban hasil diskusi peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 3.2 Mengidentifikasi Kromosom Laki-Laki dan Perempuan

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Jumlah kromosom penyusun sel tubuh manusia ada 46 buah.
2. Dalam sel tubuh (baik laki-laki atau perempuan), kromosom dalam kondisi berpasangan.
3. Ada perbedaan kromosom penyusun tubuh orang perempuan dan laki-laki, yaitu pada laki-laki ada kromosom XY, sedangkan pada perempuan ada kromosom XX.
4. Kromosom pada sel sperma ada 23 buah.
5. Pada sel sperma dan sel ovum kromosom tidak berpasangan.

Catatan: Guru dapat menambahkan penjelasan tentang cabang biologi yang mempelajari materi genetik dan pewarisan sifat, yaitu ilmu Genetika (lihat fitur ”Tahukah Kamu?”)

g. Sebelum mengakhiri pembelajaran, guru dapat memberikan penguatan materi tentang molekul yang mendasari pewarisan sifat dan meminta peserta didik untuk menyimpulkan materi pembelajaran.

Pertemuan 3

Materi: Hukum Pewarisan Sifat

a. Untuk mengawali pembelajaran pewarisan sifat dan persilangan monohibrida dan dihibrida, peserta didik diminta mempelajari terlebih dahulu sejarah penelitian pewarisan sifat yang dilakukan oleh Mendel. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menjelaskan proses penelitian dan alasan Mendel memilih kacang kapri sebagai bahan penelitiannya.

b. Penjelasan persilangan monohibrida cukup sulit jika peserta didik menemukan konsep sendiri melalui bagan. Oleh karena itu, guru

lebih baik memberikan contoh persilangan monohibrida dengan menggunakan persilangan bunga ungu dan bunga putih seperti pada Gambar 3.12 tentang bagan persilangan monohibrida.

c. Peserta didik dibimbing untuk melakukan diskusi pada fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang persilangan monohibrida pada bunga.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Materi: Persilangan Monohibrida

1. Semua keturunan pertama (filial 1) berwarna ungu karena bunga ungu dikode oleh gen *U* yang bersifat dominan dan bunga warna putih dikode oleh gen *u* yang bersifat resesif. Oleh karena itu, ketika disilangkan, filial 1 memiliki genotipe *Uu*. Karena terdapat gen *U* (dominan) dalam filial 1, karakter yang dikode gen *u* (resesif) akan kalah atau tertutupi oleh karakter yang dikode oleh gen *U* yaitu berwarna ungu.
2. Filial 1 memiliki genotipe *Uu* (heterozigot), dan ketika disilangkan sesamanya, akan dihasilkan gamet jantan dengan genotipe *U, u* dan dari gamet betina dihasilkan genotipe *U, u* juga. Penggabungan gamet-gamet ini akan menghasilkan filial 2 dengan genotipe *UU,* 2 *Uu*, dan *uu*. Filial dengan genotipe *UU* dan *Uu* berwarna ungu, sedangkan filial dengan genotipe *uu* berwarna putih.

d. Peserta didik diarahkan untuk membaca fitur ”Tahukah Kamu?” untuk dapat menentukan kombinasi gen pada suatu persilangan. Jika peserta didik masih belum dapat memahami cara menentukan kombinasi gen. Guru dapat menjelaskan lagi atau meminta peserta didik mempraktikkan cara menentukan kombinasi gen melalui kegiatan ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang persilangan karakter cuping melekat dan cuping telinga terpisah secara berkelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Materi: Tipe Perlekatan Cuping Telinga

Persilangan dari ayah yang memiliki karakter cuping yang terpisah dengan genotipe *GG* (dominan) dan ibu yang memiliki karakter cuping yang melekat dengan genotipe *gg* (resesif).

Parental : *GG* (cuping terpisah) × *gg* (cuping melekat)
Gamet : *G* *g*
F1 : *Gg* (Cuping terpisah)

Berdasarkan diagram, menunjukkan bahwa anak memiliki cuping terpisah. Bila anak menikah dengan orang yang memiliki cuping melekat dengan genotipe *gg*, diagram persilangan sebagai berikut.

Parental : *Gg* (cuping terpisah) × *gg* (cuping melekat)
Gamet : *G* dan *g* *g*
F1 :

Gamet	*G*	*g*
g	*Gg* (cuping terpisah)	*gg* (cuping melekat)

Berdasarkan diagram persilangan menunjukkan bahwa cucu memiliki cuping terpisah.

e. Guru dapat menunjukkan bagan persilangan monohibrida seperti pada Gambar 3.12, kemudian peserta didik dibimbing untuk melakukan diskusi. Sebaiknya, guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapatnya. Selanjutnya, guru dapat membahas hasil diskusi dan menjelaskan cara membuat gamet, dan menyilangkan gamet menggunakan tabel Punnet. Dari proses dan hasil persilangan, guru beserta peserta didik menyimpulkan makna hukum Segregasi atau yang dikenal dengan hukum I Mendel. Setelah peserta didik memahami cara menyilangkan, peserta didik dibimbing untuk melakukan diskusi selanjutnya dan mencoba melakukan persilangan dengan dua sifat beda (dihibrida).

f. Sebelum peserta didik mencoba melakukan persilangan dihibrida, guru dapat mengajak peserta didik mencermati Gambar 3.13 di Buku Siswa yaitu bagan persilangan dihibrida.

Pertemuan 4

Materi: Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup dan Kelainan Sifat yang Diturunkan

a. Guru dapat mengingatkan peserta didik tentang kegiatan identifikasi sifat anggota keluarga bahwa sifat dari orang tua akan diturunkan pada anaknya dan seterusnya, tetapi terdapat sifat yang nampaknya berbeda antara orang tua dan anaknya. Oleh karena itu, dipelajari lebih lanjut tentang mekanisme pewarisan sifat pada manusia, terutama pada pewarisan warna kulit, tipe perlekatan cuping telinga, pewarisan bentuk rambut, pewarisan bentuk pertumbuhan rambut pada dahi, pewarisan kelainan buta warna, hemofilia, dan kanker.

b. Pewarisan warna kulit: Guru meminta peserta didik untuk mengamati warna kulitnya dan membandingkannya dengan warna kulit teman-temannya. Selanjutnya, guru dapat bertanya, ”Mengapa warna kulit kita berbeda-beda? Ada yang putih, seperti sawo matang, dan ada yang hitam?”.

c. Peserta didik dapat mempelajari konsep pewarisan sifat tentang warna kulit. Bahwa orang yang memiliki gen *AABBCC* akan memiliki kulit sangat gelap, sedangkan yang memiliki gen *aabbcc* akan memiliki kulit sangat terang. Orang yang memiliki gen *AaBbCc* akan memiliki warna kulit sawo matang, dan begitu pula seterusnya. Peserta didik diminta untuk mengamati Gambar 3.14 untuk mempermudah memahami konsep pewarisan sifat.

d. Untuk mengecek pemahaman peserta didik tentang pewarisan warna kulit, peserta didik diminta untuk mengerjakan ”Ayo, Kita Selesaikan”.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Parental : *Aa* (*carrier*) × *Aa* (*carrier*)
Gamet : *A* dan *a*
F :

Gamet	*A*	*a*
A	*AA* (normal)	*Aa* (*carrier*)
a	*Aa* (*carrier*)	*aa* (albino)

Berdasarkan diagram persilangan, menunjukkan bahwa kemungkinan anak yang muncul adalah normal 1, *carrier* 2, dan albino 1.

e. Pewarisan tipe perlekatan cuping telinga: Guru dapat meminta peserta didik untuk mengamati cuping telinga teman sebangku, mengamati Gambar 3.7, dan mengamati kembali hasil Aktivitas 3.1.

f. Peserta didik dapat diberikan petunjuk bahwa gen *G* pengatur cuping telinga terpisah dan gen *g* untuk cuping telinga melekat. Selanjutnya, peserta didik diminta mencoba menjelaskan mekanisme pewarisan perlekatan cuping telinga yang mereka miliki dari data kedua orang tua peserta didik.

g. Agar dapat dengan mudah mempelajari pewarisan bentuk rambut, peserta didik diminta untuk melihat kembali Aktivitas 3.1 dan memperhatikan dengan saksama bentuk rambut milik seorang peserta didik dan bentuk rambut orang tuanya. Kemudian, guru dapat meminta peserta didik untuk mendiskusikan dengan teman kelompok mengenai mekanisme pewarisan bentuk rambut dengan terlebih dahulu memberikan petunjuk gen yang bekerja untuk mengatur sifat rambut.

h. Guru dapat membuat permainan dengan cara menebak bentuk rambut orang tua peserta didik dengan melihat bentuk rambut peserta didik. Guru kemudian mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan "Ayo, Kita Pikirkan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Materi: Bentuk Rambut

Ketika ada seorang laki-laki memiliki rambut bergelombang (*Cs*) menikah dengan seorang perempuan yang memiliki rambut bergelombang (*Cs*) juga, bagaimanakah kemungkinan bentuk rambut anaknya?

Parental : *Cs* (rambut bergelombang) × Cs (rambut bergelombang)
Gamet : *C, s* : *C, s*
F1 :

Gamet	*C*	*s*
C	*CC* (rambut keriting)	*Cs* (rambut bergelombang)
s	*Cs* (rambut bergelombang)	*ss* (rambut lurus)

Jadi, pasangan tersebut kemungkinan memiliki 1 anak berambut keriting, 2 anak berambut bergelombang, dan 1 anak berambut lurus.

i. Pada saat mempelajari pewarisan bentuk pertumbuhan rambut pada dahi, peserta didik diminta untuk mengamati pertumbuhan rambut pada dahi teman-temannya. "Apakah ada perbedaan pertumbuhan rambut pada dahi teman-temanmu?" "Coba perhatikan ada yang berbentuk huruf "V" ada juga yang melingkar!". Kemudian, guru dapat menjelaskan gen-gen yang berperan dalam pertumbuhan rambut tersebut.
j. Pada saat mempelajari pewarisan kelainan buta warna, peserta didik diminta untuk menebak nomor yang terdapat pada Gambar 3.18. Selanjutnya, guru dapat bertanya, "Dapatkah kamu menyebutkan angka berapa saja yang terdapat pada ketiga gambar tersebut?". Jika terdapat peserta didik yang tidak dapat menyebutkan angkanya atau salah dalam menyebutkan angkanya, guru dapat memberikan pengarahan kepada peserta didik untuk tidak panik dan menjelaskan kelainan mekanisme orang buta warna melihat Gambar 3.18.
k. Peserta didik mempelajari konsep kelainan buta warna dapat terjadi, yang dihubungkan dengan gen buta warna pada kromosom X. Guru juga dapat menegaskan pemahaman kepada peserta didik bahwa ada beberapa penyakit keturunan yang terpaut kromosom kelamin seperti penyakit buta warna. Hal ini berbeda dengan penyakit albino yang diturunkan melalui kromosom tubuh (somatik).
l. Pada saat mempelajari pewarisan kelainan hemofilia, peserta didik mengamati kondisi orang yang menderita hemofilia pada Gambar 3.20. Selanjutnya, peserta didik mempelajari hemofilia dan penyebabnya. Guru selanjutnya dapat menjelaskan keterpautan gen hemofilia pada kromosom X. Setelah mempelajari materi tentang hemofilia, guru dapat masukkan nilai-nilai untuk bersyukur kepada Tuhan karena kita diberi kesehatan dan tidak menderita kelainan hemofilia.
m. Sebelum mengakhiri pembelajaran, guru memberikan pengarahan tugas proyek kepada peserta didik yaitu melacak kesehatan keluarga. Guru juga menugaskan peserta didik untuk mengerjakan aktivitas " Ayo, Kita Cari Tahu" yaitu mencari informasi tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan serta membuat poster berdasarkan informasi yang telah didapatkan secara berkelompok. Guru juga menginformasikan kepada peserta didik bahwa poster yang telah dibuat akan dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 5
Materi: Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup

a. Guru dapat memulai pembelajaran dengan bertanya kepada peserta didik "Siapa yang rumahnya dekat dengan sawah yang ditanami padi atau jagung?" atau "Berapa lama jangka waktu budi daya padi atau jagung?".

b. Guru dapat menjelaskan bahwa dahulu padi hanya dapat dipanen satu tahun sekali atau setahun dua kali, tetapi saat ini jangka waktu budi daya padi dapat lebih singkat. Guru dapat bertanya kepada peserta didik, ”Mengapa saat ini padi dapat dipanen dalam waktu yang lebih singkat?”, dari pertanyaan tersebut guru dapat mengarahkan peserta didik untuk memahami bahwa varietas padi yang ditanam oleh petani saat ini merupakan bibit unggul dari hasil persilangan.
c. Berkaitan dengan hasil persilangan, peserta didik dapat mempelajari lebih lanjut tentang jenis-jenis atau varietas padi atau jagung beserta keunggulannya dan mengaitkannya dengan persilangan antarvarietas padi atau jagung, sehingga dapat diperoleh varietas yang unggul.
d. Peserta didik diminta untuk mencari keunikan ayam potong yang dapat dipanen dalam umur 5-7 minggu. Kemudian, guru dapat bertanya ”Bagaimana ayam potong dapat dipanen dalam waktu sangat cepat?” atau ”Dari mana ayam potong berasal?”. Guru dapat menambahkan pula masalah yang lain.
e. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan poster tentang tanaman dan hewan hasil pemuliaan yang telah ditugaskan pada pertemuan sebelumnya. Peserta didik yang lain diminta untuk memperhatikan dan menanggapi.
f. Guru dapat memberikan penguatan materi terkait penerapan pewarisan sifat dalam pemuliaan makhluk hidup dan memberikan kesempatan bertanya bagi peserta didik yang belum paham.
g. Peserta didik diminta untuk menyimpulkan materi pembelajaran. Selanjutnya, guru mengakhiri pembelajaran.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab pewarisan sifat pada makhluk hidup dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

Fitur	Materi	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Sifat anggota keluarga		✓	✓	✓		
	Kromosom laki-laki dan perempuan		✓	✓			
Ayo, Kita Selesaikan	Persilangan monohibrida tentang pewarisan warna kulit pada manusia			✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Persilangan monohibrida pada bunga		✓	✓			
	Persilangan monohibrida pada manusia		✓	✓			
Ayo, Kita Cari Tahu	Perbedaan struktur dan fungsi antara DNA dengan RNA			✓			
	Pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan			✓			✓
	Pewarisan sifat dalam pemuliaan hewan			✓			✓
Ayo, Kita Pikirkan	Persilangan monohibrida bentuk rambut pada manusia			✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Sejarah kesehatan keluarga			✓			✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab pewarisan sifat pada makhluk hidup dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Pengerjaan Soal-Soal pada Uji Kompetensi Bab Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

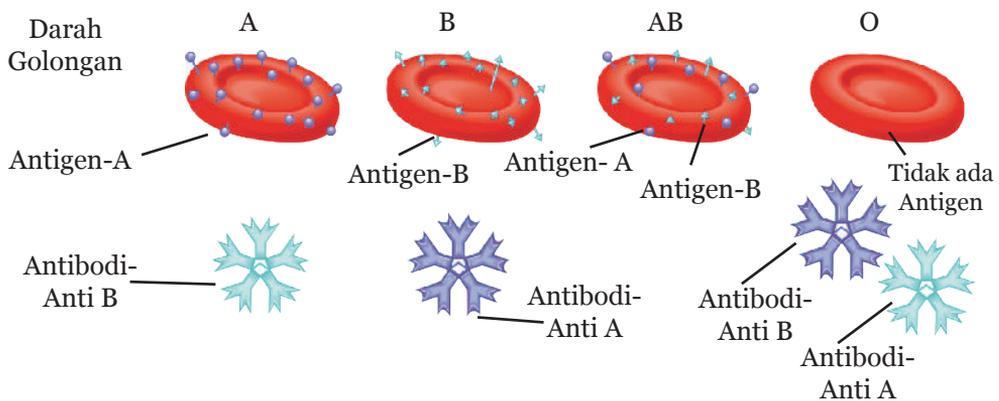
Indikator butir soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mendeskripsikan struktur materi genetik yang bertanggung jawab dalam pewarisan sifat (DNA, Gen, Kromosom)		A2	A1			
Menentukan hasil persilangan monohibrida dan dihibrida melalui diagram sesuai dengan hukum pewarisan sifat		A3		B1 B3		
Mengidentifikasi pewarisan sifat yang ada pada manusia	A6 A7	A5		A8 A9 B5		
Menerapkan hukum Mendel pada pewarisan sifat makhluk hidup		A10 B4		A4		

D. Materi Pengayaan

1. Penentuan Golongan Darah

Anda tentu sudah mengetahui golongan darah, bukan? Saat ini, sebenarnya ada beberapa sistem penggolongan darah, tetapi yang banyak digunakan yaitu sistem A, B, dan O. Berdasarkan sistem ini ada empat golongan darah pada manusia, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O. Golongan darah tersebut ditentukan oleh tiga gen yaitu I^A yang mengode golongan darah A, I^B mengode B dan I^O mengode O. Sifat gen I^A dan I^B adalah dominan terhadap O, tetapi jika gen I^A dan I^B muncul bersamaan, keduanya akan memiliki kekuatan yang sama, peristiwa ini dikenal dengan istilah intermediat. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan genotipe dari setiap fenotipe golongan darah pada manusia.

Fenotipe	Genotipe	
	Homozigot	Heterozigot
A	$I^A I^A$	$I^A I^O$
B	$I^B I^B$	$I^B I^O$
AB	-	$I^A I^B$
O	$I^O I^O$	-

Tahukah Anda bahwa setiap gen pengode golongan darah mengode pembentukan protein tertentu pada permukaan sel darah merah? Protein ini dikenal sebagai antigen (aglutinogen). Tubuh seseorang juga mengandung gen yang mengode pembentukan berbagai macam antibodi. Orang yang memiliki golongan darah A memiliki antigen A dan antibodi anti-B. Orang yang memiliki golongan darah B memiliki antigen B dan antibodi anti-A. Orang yang memiliki golongan darah AB memiliki antigen A dan antigen B, tetapi tidak memiliki antibodi anti-A atau anti-B. Orang yang bergolongan darah O tidak memiliki antigen A atau antigen B, tetapi memiliki antibodi anti-A dan anti-B. Jika antibodi bertemu dengan antigennya, misalnya antibodi anti-B bertemu dengan antigen B, akibatnya akan terjadi penggumpalan.

Contoh Soal:

1. Jika seorang wanita bergolongan darah A menikah dengan laki-laki bergolongan darah B, kemungkinan golongan darah yang dimiliki keturunannya adalah ....

P : $I^A I^A$ × $I^B I^B$
G : I^A I^B
F1 : $I^A I^B$ (bergolongan darah AB)

Atau
P : $I^A I^O$ × $I^B I^B$
G : I^A dan I^O I^B
F1 :

Gamet	I^A	I^O
I^B	$I^A I^B$ (golongan darah AB)	$I^B I^O$ (golongan darah B)

2. Seorang laki-laki dengan golongan darah AB memiliki sejumlah anak, dalam hal ini anak-anaknya ada yang bergolongan darah A dan ada yang bergolongan darah B. Golongan darah yang dimiliki istrinya adalah ....

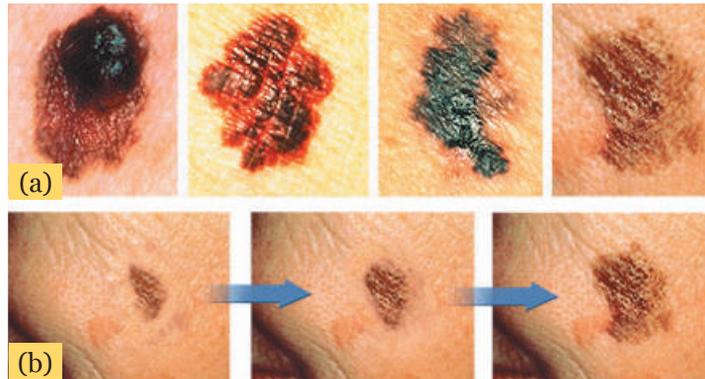
   P : $I^A I^B$ × $I^O I^O$ (istri bergolongan darah O)
   G : I^A dan I^B I^O
   F1 :

Gamet	I^A	I^B
I^O	$I^A I^O$ (golongan darah A)	$I^B I^O$ (golongan darah B)

3. Mengapa golongan darah AB dapat menerima darah dari semua golongan darah?
   Golongan darah AB, merupakan resipien universal karena darah AB tidak memiliki antigen terhadap semua gen darah (A, B)

2. Kanker

Sebanyak 80% hingga 90% orang mengidap kanker disebabkan merokok, radiasi sinar-X, akibat terinfeksi virus atau bakteri, dan akibat radiasi sinar ultraviolet (UV). Salah satu jenis kanker adalah kanker kulit. Kanker kulit muncul akibat sinar UV yang mengenai sel-sel mengakibatkan kerusakan atau mutasi pada DNA yang mengandung gen-gen pengatur pembelahan sel. Kerusakan pada DNA tersebut akan mengakibatkan sel-sel kulit membelah di luar kendali, membentuk sel tumor. Apabila sel tumor ini tidak segera ditangani, akan berkembang menjadi ganas membentuk kanker kulit. Perhatikan Gambar 3.1!

Mengurangi intensitas radiasi sinar UV dengan cara memakai pelindung sinar UV pada kulit merupakan tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi radiasi sinar UV. Namun, mengenakan pakaian yang menutupi seluruh tubuh merupakan cara yang lebih baik untuk mengurangi radiasi sinar UV tersebut.

Sumber: img.webmd.com

Gambar 3.1 (a) Berbagai Bentuk Kanker Kulit, (b) Perkembangan Kanker Kulit

Kerusakan gen-gen pengatur pembelahan sel dapat diturunkan dari orang tua kepada anaknya, sehingga anak memiliki potensi untuk terkena kanker. Namun, potensi tersebut dapat dikurangi dengan cara menjaga pola hidup sehat, seperti mengonsumsi makanan yang bergizi dan sehat, menghindari makanan cepat saji yang mengandung banyak pengawet atau zat kimia berbahaya lainnya, berolahraga secara teratur, dan berdoa kepada Tuhan agar selalu diberikan kesehatan.

E. Interaksi dengan Orang Tua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, ada beberapa kegiatan yang memerlukan interaksi peserta didik dengan orang tua, yaitu membantu pada saat peserta didik melakukan identifikasi sifat-sifat anggota keluarga dan membantu peserta didik mencari informasi terkait hasil panen pertanian.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. D	6. C
2. B	7. C
3. D	8. A
4. C	9. C
5. C	10.A

2. Uraian

1. a. Tabel persilangan

Buah bulat / Buah lonjong	*B*	*B*
b	*Bb*	*Bb*
b	*Bb*	*Bb*

b. Semua anakan atau filial 1 berbentuk bulat

2. Genotipe Parental : ♀ X^hX x ♂ X^hY
Fenotipe wanita pembawa pria hemofilia
Gamet : X^h dan X X^h dan Y

Filial:

Pria hemofilia / Wanita pembawa	X^h	Y
X^h	$X^h X^h$ (wanita hemofilia-meninggal)	X^h Y (pria hemofilia-hidup)
X	X^h X (wanita pembawa-hidup)	XY (pria normal-hidup)

3. a. Diagram Persilangan F1
Genotipe Parental : *BBKK* X *bbkk*
Fenotipe parental : biji bulat warna kuning biji lonjong warna hijau
Gamet 1 : *BK* *bk*
Filial 1 : *BbKk*
Fenotipe F1 : Bulat kuning (heterozigot)

b. Diagram Persilangan F2
Persilangan F1 : *BbKk* X *BbKk*
Gamet 2 : *BK, Bk, bK, bk* *BK, Bk, bK, bk*
Filial :

♀ \ ♂	***BK***	***Bk***	***bK***	***bk***
BK	*BBKK* bulat kuning	*BBKk* bulat kuning	*BbKK* bulat kuning	*BbKk* bulat kuning
Bk	*BBKk* bulat kuning	*BBkk* bulat hijau	*BbKk* bulat kuning	*Bbkk* bulat hijau
bK	*BbKK* bulat kuning	*BbKk* bulat kuning	*bbKK* keriput kuning	*bbKk* keriput kuning
bk	*BbKk* bulat kuning	*Bbkk* bulat hijau	*bbKk* keriput kuning	*bbkk* keriput hijau

bulat kuning = 9 : bulat hijau = 3 : keriput kuning = 3 : keriput hijau = 1

4. Penyiapan bibit tanaman unggul bertujuan antara lain :
   - Agar tanaman lebih tahan terhadap lahan yang kering atau kondisi lain.
   - Lebih tahan terhadap hama.
   - Kualitas hasil panen lebih bagus.
   - Jumlah hasil panen lebih banyak.
   - Waktu panen menjadi lebih cepat.

5. a. Anak dari orang tua tersebut tetap memiliki dua ginjal.
   b. Karena, meskipun ginjal seseorang diambil dari tubuhnya, susunan genetik dalam tubuhnya tetap, termasuk gen-gen pengode pembentukan ginjal pada sel-sel sperma maupun sel ovum. Saat kedua orang tersebut menikah maka gen-gen pengode ginjal juga akan dimiliki oleh embrio. Selama embrio berkembang, gen-gen tersebut diekspresikan atau diwujudkan sehingga terbentuklah ginjal dalam jumlah yang normal yaitu 2.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik mencari informasi tentang sejarah kesehatan keluarganya. Kemudian, pada minggu kedua, peserta didik diminta menganalisis hasil melacak kesehatan keluarga dan menyusun pohon sejarah kesehatan keluarga seperti pada fitur " Ayo, Kerjakan Proyek" yang terdapat pada Buku Siswa. Selama pelaksanaan tugas proyek, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

Alternatif Topik Proyek

Jika masih ada waktu untuk pertemuan bab 3, guru dapat memberikan proyek tambahan yaitu membuat model struktur DNA.

4

Petunjuk Pembelajaran: Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari

Sumber: Giancoli, 2005

A. Pengantar

Bab 4 pada buku ini memuat materi listrik statis dalam kehidupan sehari-hari. Materi bab 4 ini terdiri atas 2 bagian, yaitu konsep listrik statis dan listrik statis dalam kehidupan sehari-hari. Pada bagian pertama peserta didik mempelajari tentang muatan listrik, hukum Coulomb, medan listrik, serta beda potensial dan energi listrik. Pada bagian kedua peserta didik mempelajari tentang kelistrikan pada sel saraf, hewan penghasil listrik, dan penggunaan teknologi listrik dalam kehidupan. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada bab 4, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat laporan kegiatan penyelidikan tentang cara kerja mesin fotokopi. Apabila peserta didik telah selesai menyusun laporan, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.4 Menjelaskan konsep listrik statis dan gejalanya dalam kehidupan sehari-hari, termasuk kelistrikan pada sistem saraf dan hewan yang mengandung listrik.

4.4 Menyajikan hasil pengamatan tentang gejala listrik statis dalam kehidupan sehari-hari.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di sekolah, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.4 dan KD 4.4.

3.4.1 Memberi contoh gejala kelistrikan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari

3.4.2 Menganalisis peristiwa yang terjadi pada penggaris plastik yang digosokkan pada rambut yang kering

3.4.3 Mengidentifikasi jenis-jenis muatan listrik

3.4.4 Menjelaskan interaksi dua muatan listrik

3.4.5 Menjelaskan fungsi dan prinsip kerja elektroskop

3.4.6 Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi besar gaya Coulomb dua muatan listrik

3.4.7 Menghitung besarnya gaya Coulomb dua muatan listrik

3.4.8 Menganalisis interaksi dua benda bermuatan karena pengaruh jarak

3.4.9 Menganalisis beda potensial dua benda bermuatan

3.4.10 Menghitung besar medan listrik
3.4.11 Membedakan jenis rangkaian listrik terbuka dan rangkaian listrik tertutup
3.4.12 Mengidentifikasi bagian sel saraf
3.4.13 Menjelaskan fungsi akson atau neurit
3.4.14 Menyebutkan zat kimia yang berfungsi menghantarkan rangsangan listrik
3.4.15 Menghitung beda potensial listrik
3.4.16 Menjelaskan tentang prinsip kelistrikan pada saraf manusia
3.4.17 Mengidentifikasi hewan-hewan yang menghasilkan listrik
3.4.18 Menyebutkan sistem khusus pada hewan yang dapat menghasilkan listrik
3.4.19 Menyebutkan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar
3.4.20 Menjelaskan cara kerja mesin fotokopi
4.4.1 Menyajikan hasil pengamatan tentang gejala listrik statis pada mesin fotokopi

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian bab 4 tentang listrik statis memerlukan waktu 14 jam pelajaran atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut sebagai berikut.

Tabel 4.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	▪ Muatan listrik ▪ Hukum Coulomb
2	▪ Medan listrik
3	▪ Beda potensial dan energi listrik
4	▪ Kelistrikan pada sel saraf
5	▪ Hewan-hewan penghasil listrik dan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar
6	▪ Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Listrik statis terjadi akibat adanya interaksi antar muatan listrik.

b. Petir terjadi akibat adanya gejala listrik statis. Petir adalah kilatan cahaya yang muncul akibat perpindahan muatan negatif (elektron) antara awan

dan awan atau antara awan dan bumi. Petir dapat terjadi karena adanya beda potensial yang sangat besar antara dua awan yang berbeda atau antara awan dengan bumi.

c. Muatan listrik sejenis (positif dengan positif atau negatif dengan negatif) bersifat tolak menolak. Muatan listrik yang berbeda (positif dengan negatif) bersifat tarik-menarik. Besarnya gaya tolak atau gaya tarik kedua muatan listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Hukum Coulomb, yaitu: $F_c = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$.

d. Coulomb menyimpulkan interaksi dua benda yang bermuatan sebagai berikut. 1) Semakin besar jarak kedua benda yang bermuatan, semakin kecil gaya listrik antara benda tersebut dan sebaliknya. 2) Semakin besar muatan kedua benda, semakin besar gaya listrik antara benda tersebut.

e. Untuk mengetahui muatan listrik pada benda dengan menggunakan elektroskop. Elektroskop memiliki tiga bagian utama, yaitu kepala elektroskop, daun elektroskop, dan logam penghantar penghubung kepala elektroskop dengan daun elektroskop. Daun elektroskop akan membuka apabila kepala elektroskop didekatkan dengan benda yang bermuatan listrik.

f. Medan listrik adalah daerah di sekitar muatan yang dapat menimbulkan gaya listrik pada suatu muatan listrik lainnya, atau secara matematis besarnya adalah: $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$.

g. Antara dua benda yang memiliki jumlah muatan berbeda akan terjadi selisih potensial atau beda potensial. Secara matematis besar beda potensial adalah: $\Delta V = \frac{W}{Q}$.

h. Arus listrik mengalir karena adanya perbedaan potensial listrik. Secara matematis besar kuat listrik adalah: $I = \frac{Q}{t}$.

i. Tubuh manusia dan hewan dapat menunjukkan adanya gejala kelistrikan, khususnya pada saraf yang disebabkan adanya impuls (sinyal pada sel saraf). Kelistrikan pada tubuh hanya berkaitan dengan komposisi ion yang terdapat dalam tubuh.

j. Setiap sel saraf terdiri atas tiga bagian, yaitu badan sel saraf, dendrit, dan akson atau neurit. Selain ketiga bagian tersebut, pada sel saraf juga terdapat selubung myelin. Berdasarkan ada dan tidaknya myelin, terdapat dua macam neuron, yaitu neuron yang berselubung myelin dan neuron yang tidak berselubung myelin.

k. Hewan tertentu dapat menghasilkan listrik, misalnya ikan belalai gajah, ikan pari elektrik, hiu kepala martil, echidna, belut listrik, dan lele elektrik.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 4 Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari guru dapat menerapkan pembelajaran, *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, ataupun *Creative Problem Solving* (CPS), atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi : Muatan Listrik dan Hukum Coulomb

a. Agar memahami konsep muatan listrik, peserta didik diminta mengingat kembali materi tentang unsur-unsur dan penyusun bahan. Oleh karena muatan listrik sangat erat kaitannya dengan elektron yang terkandung dalam suatu bahan. Sebelum fokus pada materi yang akan dipelajari, guru mengajak peserta didik untuk mengagumi kompleksitas ciptaan Tuhan, khususnya tentang partikel subatomik tak kasat mata yang berperan besar dalam kehidupan manusia. Tanpa adanya elektron dan keteraturan interaksi antarmuatan-muatan, maka tidak akan ada gejala kelistrikan yang dapat dimanfaatkan untuk menunjang kebutuhan-kebutuhan manusia.

b. Selanjutnya, setelah menyentuh sensitivitas spiritual peserta didik, guru dapat membelajarkan konsep listrik statis dengan cara mengajak peserta didik untuk mendalami peristiwa kelistrikan statis dengan melakukan Aktivitas 4.1 yaitu gejala listrik statis. Agar kegiatan ini lebih efektif, peserta didik diminta untuk bekerja secara berpasangan dengan teman sebangku. Guru meminta peserta didik untuk saling bekerja sama dengan teman sebangku.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.1 Gejala Listrik Statis

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Dua sisir yang telah digosok ke rambut kering ketika didekatkan keduanya saling tolak menolak. Hal tersebut terjadi karena kedua sisir memiliki jenis muatan listrik sama yaitu bermuatan negatif. Begitu pula dengan dua batang kaca yang telah digosok ke rambut kering ketika didekatkan keduanya saling tolak menolak. Hal tersebut terjadi karena kedua sisir memiliki jenis muatan listrik sama yaitu bermuatan positif.

2. Sisir yang telah digosok ke rambut kering ketika didekatkan dengan batang kaca yang telah digosok ke rambut kering akan tarik-menarik. Hal tersebut disebabkan jenis muatan pada sisir dan batang kaca berbeda, sisir bermuatan negatif sedangkan batang kaca bermuatan positif.

Alternatif Kesimpulan:

Dua benda akan tolak-menolak apabila didekatkan karena kedua benda memiliki jenis muatan listrik yang sama, sedangkan dua benda tarik menarik apabila didekatkan karena kedua benda memiliki jenis muatan listrik yang berbeda.

Penjelasan lebih lanjut:

Sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan negatif karena sisir kelebihan elektron (elektron dari rambut berpindah ke sisir plastik). Sementara itu, kaca yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan positif karena kaca kekurangan elektron (elektron dari kaca berpindah ke rambut yang kering). Oleh sebab itu, kedua sisir plastik atau kedua batang kaca akan tolak-menolak apabila didekatkan, tetapi sisir plastik dan batang kaca akan tarik-menarik apabila didekatkan.

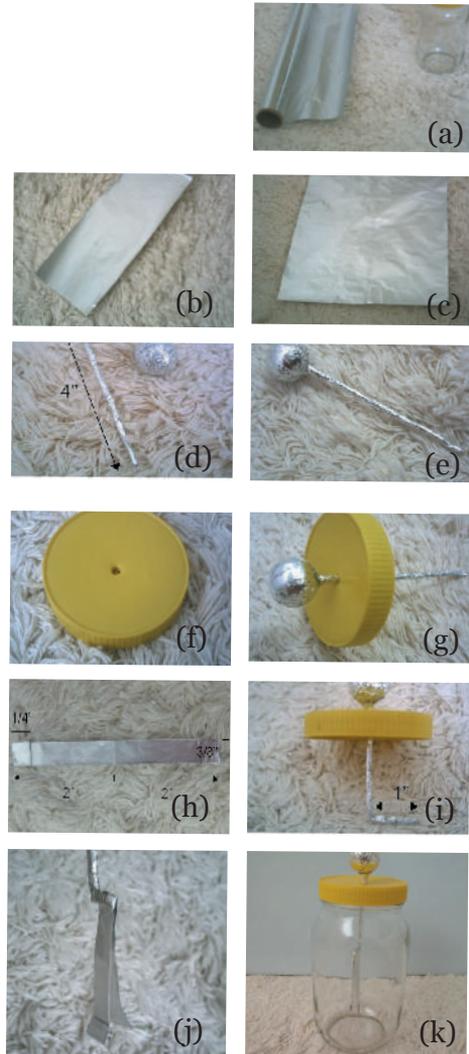
c. Peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil percobaan di depan kelas dan diarahkan untuk mendiskusikan jawaban kelompok yang melakukan presentasi dan jawaban kelompok lainnya. Peserta didik dapat dibimbing untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan benda-benda yang digunakan dalam percobaan dapat tarik-menarik atau tolak-menolak.

d. Agar lebih memahami konsep muatan listrik, peserta didik diminta untuk membaca penjelasan tentang muatan listrik pada fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu” yang ada di Buku Siswa.

e. Setelah membaca dan mencari informasi pada fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu”, apabila peserta didik menginginkan untuk membuktikan bahwa benda yang telah digosok benar-benar bermuatan listrik, peserta didik dibimbing oleh guru untuk membuat elektroskop, yaitu alat yang berfungsi untuk mendeteksi ada tidaknya muatan listrik pada benda. Berikut tahapan pembuatan elektroskop sederhana yang dapat digunakan oleh guru untuk membimbing peserta didik.

Membuat Elektroskop Sederhana

Bagaimana cara mengetahui jenis muatan listrik? Apakah ada alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi jenis muatan listrik? Agar dapat memahaminya, lakukan kegiatan berikut.

1) Siapkan kertas aluminium (aluminium foil), paku besar, dan toples plastik atau kaca (dapat diganti dengan botol plastik bekas) beserta tutupnya.
2) Potonglah kertas aluminium membentuk persegi panjang 5 cm × 15 cm dan persegi 15 cm × 15 cm.
3) Bentuk kertas aluminium persegi panjang menjadi jarum dan kertas aluminium persegi menjadi bola aluminium. Kemudian, sambung rangkaian menjadi satu, seperti pada gambar.
4) Lubangi tutup toples dengan menggunakan paku, kemudian masukkan rangkaian bola dan jarum aluminium seperti pada gambar.
5) Gunting kertas aluminium dengan ukuran 2 cm × 10 cm, kemudian bengkokkan hingga menyerupai daun elektroskop.
6) Bengkokkan ujung jarum seperti pada gambar.
7) Letakkan daun elektroskop pada ujung jarum yang telah dibengkokkan, seperti pada gambar.
8) Tutup toples. Elektroskop siap digunakan.

Sumber: Dok.Kemdikbud

Gambar 4.1 Langkah Kerja Memuat Elektroskop

Menguji Elektroskop

1) Dekatkan elektroskop pada generator Van de Graff yang telah bermuatan listrik.
2) Amati gerak membuka atau menutupnya daun elektroskop.
3) Rangkaianmu akan menjadi sebuah elektroskop yang baik apabila daun elektroskopnya mudah menutup dan membuka bila didekatkan dengan benda-benda yang bermuatan, misalnya penggaris atau balon yang telah digosokkan pada rambut kering.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.2 Menguji Elektroskop

f. Untuk dapat mengetahui pemahaman peserta didik tentang elektroskop sederhana yang telah dibuatnya, guru dapat mengajukan pertanyaan seperti berikut.
   1) Bagaimana gerak daun elektroskop bila bola elektroskop didekatkan dengan benda-benda yang bermuatan negatif? Akan membuka atau menutup? Mengapa?
   2) Bagaimana gerak daun elektroskop bila bola elektroskop didekatkan dengan benda-benda yang bermuatan positif? Akan membuka atau menutup? Mengapa?
   3) Jelaskan bagian-bagian elektroskop serta uraikan cara kerja elektroskop.

g. Berdasarkan hasil percobaan Aktivitas 4.1 Gejala Listrik Statis, peserta didik diajak untuk melanjutkan melakukan Aktivitas 4.2 untuk mengetahui hukum Coulomb serta mendiskusikan konsep interaksi dua muatan listrik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.2 Bagaimana interaksi Dua Benda Bermuatan terhadap Jaraknya?

Alternatif Jawaban Hasil Pengamatan:

No	Lamanya Waktu Menggosok Balon dengan Kain Wol atau Rambut yang Kering	Jarak Kedua Statif	Besar Interaksi Kedua Balon
1	30 detik	30 cm	Sangat lemah
		20 cm	Lemah
2	60 detik	30 cm	Lemah
		20 cm	Kuat

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Semakin besar jarak kedua balon, maka gaya tolaknya semakin kecil, hal ini dibuktikan dengan simpangan kedua balon kecil. Sebaliknya, semakin kecil jarak kedua balon, maka gaya tolaknya semakin besar, hal ini dibuktikan dengan simpangan kedua balon besar.
2. Semakin lama waktu yang digunakan untuk menggosok balon, maka muatan listrik menjadi semakin besar. Hal ini yang memengaruhi besarnya gaya tolak kedua balon yang ditunjukkan dengan besarnya simpangan kedua balon tersebut saat didekatkan.

Alternatif Kesimpulan:

Semakin besar jarak dua benda yang bermuatan, gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menariknya semakin kecil. Sebaliknya, semakin kecil jarak dua benda yang bermuatan, gaya tolak-menolak atau gaya tarik menariknya semakin besar. Semakin besar muatan yang dimiliki suatu benda, gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menariknya semakin besar. Semakin kecil muatan yang dimiliki suatu benda, gaya tolak-menolak atau gaya tarik menariknya juga semakin kecil.

h. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya tentang hasil percobaan maupun hasil diskusi yang belum dipahami peserta didik

i. Guru dapat membimbing peserta didik mempelajari contoh soal yang terdapat pada ”Ayo, Kita Pahami” untuk lebih memahami penerapan gaya Coulomb. Selanjutnya, guru dapat memberi latihan soal tentang

hukum Coulomb untuk mengukur tingkat penguasaan konsep peserta didik tentang gaya Coulomb. Agar peserta didik tidak terjebak dengan perhitungan kuadrat yang sulit, sebaiknya guru mempertimbangkan penggunaan angka-angka yang mudah.

j. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik dibimbing untuk menarik kesimpulan dari materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 2
Materi : Medan Listrik

a. Guru dapat mengingatkan peserta didik pada Aktivitas 4.2 mengamati interaksi dua benda bermuatan karena pengaruh jaraknya dan bertanya penyebab tolakan yang terjadi pada balon yang didekatkan, atau bertanya tentang gaya tarik bumi untuk mengaitkan konsep medan magnet bumi dengan medan listrik. Selanjutnya, guru membimbing peserta didik untuk mengenal konsep medan listrik. Pengetahuan yang perlu ditekankan pada peserta didik adalah kuat medan listrik dapat diketahui besarnya dengan meletakkan sebuah muatan uji di dekat muatan listrik yang ingin diketahui besar medan listriknya, serta besar muatan uji harus jauh lebih kecil daripada muatan listrik tersebut.

b. Peserta didik diminta untuk mempelajari penerapan medan listrik melalui kegiatan ”Ayo, Kita Pahami”. Setelah memahami bagian ini, peserta didik akan dapat memahami penerapan rumus medan listrik dalam menentukan berbagai besaran-besaran yang terkait.

c. Setelah memahami konsep medan listrik, peserta didik diharapkan dapat menyelesaikan latihan soal medan listrik seperti yang terdapat pada ”Ayo, Kita Selesaikan”. Jika soal yang disajikan pada kegiatan ”Ayo, Selesaikan” dirasa kurang, guru dapat mengembangkan soal dengan variasi besaran-besaran yang dihitung. Agar peserta didik tidak merasa kesulitan menghitung, sebaiknya guru memilihkan angka yang mudah, tetapi tetap logis, baik secara konsep maupun data yang dianggap akurat.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

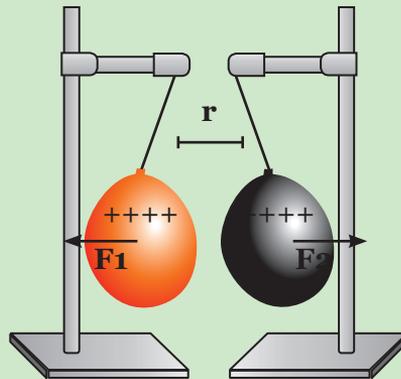
Soal Latihan Medan Listrik

1. Diketahui: $F = 3 \times 10^{-4}$ N
   $q_A = 2 \times 10^{-6}$ C
   $q_B = 1{,}5 \times 10^{-6}$ C,

Ditanya: E yang ditimbulkan oleh muatan B pada titik muatan A berada?

Jawab :

$$E = \frac{F}{q_A} = \frac{3 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-6}} = 150\ {}^{N}/_{C}$$

2. Gaya tolak menolak dua balon bermuatan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 4.3 Ilustrasi Gaya Tolak Menolak Dua Balon yang Bermuatan

d. Peserta didik dibimbing untuk menyusun kesimpulan hasil kegiatan pembelajaran hari ini.

Pertemuan 3
Materi: Beda Potensial dan Energi Listrik

a. Guru mengawali materi ini dengan mengaitkan fakta tentang petir, misalnya ”Kalian tentu pernah melihat petir, tahukah kalian apa itu sebenarnya petir?” Perbedaan jumlah muatan pada dua benda mengakibatkan timbulnya beda potensial. Beda potensial inilah yang memicu timbulnya lompatan elektron-elektron. Hal ini dikarenakan semua benda cenderung mempertahankan kondisi normalnya, yaitu kondisi benda tidak kelebihan atau kekurangan elektron. Dalam bidang kimia biasa disebut dengan kondisi stabil atau seimbang. Petir yang biasa terjadi saat hujan juga merupakan visualisasi dari lompatan elektron dari awan yang bermuatan menuju bumi. Sejumlah energi tertentu dibutuhkan untuk memindahkan elektron-elektron tersebut yaitu sebesar $W = Q \cdot \Delta V$.

b. Agar peserta didik lebih memahami konsep potensial listrik, guru membimbing peserta didik untuk memahami konsep matematis potensial listrik melalui kegiatan ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang konsep

beda potensial dan ”Ayo, Kita Pahami” tentang penerapan soal beda potensial listrik, kemudian mengajak peserta didik untuk mengerjakan soal potensial listrik melalui kegiatan ”Ayo, Kita Selesaikan” tentang potensial listrik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Benda yang memiliki potensial yang lebih besar sebagai berikut.
   a. Benda yang memiliki beda potensial lebih besar adalah benda A.
   b. Benda yang memiliki beda potensial lebih besar adalah benda B.
   c. Benda yang memiliki beda potensial lebih besar adalah benda A.
   d. Benda A dan benda B memiliki beda potensial yang sama besar.
2. Loncatan elektron terjadi dari benda yang memiliki muatan elektron lebih banyak ke benda yang memiliki muatan elektron lebih sedikit.
3. Tidak ada perpindahan elektron.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Soal Latihan Potensial Listrik

1. Diketahui: $\Delta V = 9$ V
   $Q = 30$ C
   Ditanya: besar energi untuk memindahkan muatan (W)
   Jawab: $W = V \times Q = 9 \text{ V} \times 30 \text{ C} = 270 \text{ J}$

2. Diketahui: $Q = 15$ C
   $W = 45$ J
   Ditanya: beda potensial
   Jawab: $V = \frac{W}{q} = \frac{45 \text{ J}}{15 \text{ C}} = 3$ volt

c. Peserta didik ditugasi untuk mempresentasikan jawaban fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” dan ”Ayo, Kita Selesaikan”.

d. Peserta didik dimotivasi untuk menyampaikan pertanyaan terkait dengan materi beda potensial listrik yang belum dipahami.

e. Peserta didik lain diminta untuk berdiskusi jawaban atas pertanyaan yang telah disampaikan oleh temannya.

f. Guru memberikan konfirmasi terhadap jawaban yang disampaikan dan hasil diskusi peserta didik.

Pertemuan 4
Materi: Kelistrikan pada Sel Saraf

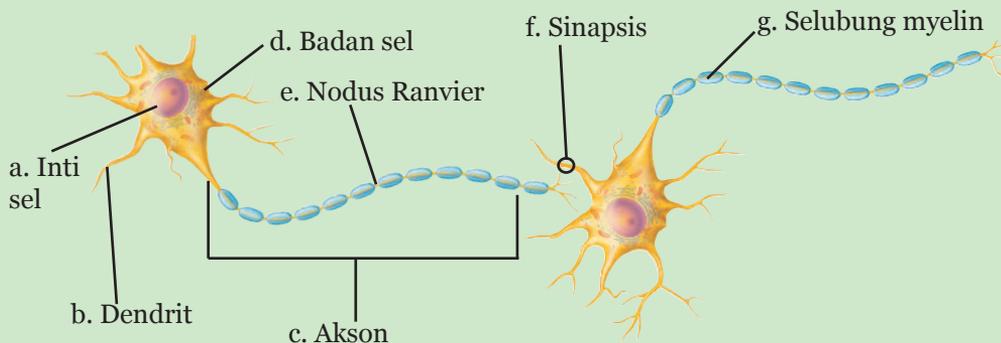
a. Sebelum melakukan kegiatan pada aktivitas mengidentifikasi bagian sel saraf, peserta didik diajak untuk mencoba memukulkan sikunya ke meja dan merasakan sensasi yang menjalar ke telapak tangan. Setelah melakukan percobaan tersebut, guru membimbing peserta didik untuk memunculkan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan peran saraf dalam menanggapi rangsang.

b. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa pada pertemuan ini peserta didik akan mempelajari tentang kelistrikan pada sel saraf seperti terdapat pada fitur ”Ayo, Kita Pelajari”. Guru meminta peserta didik membaca fitur ”Mengapa Penting?” agar peserta didik mengetahui manfaat yang diperoleh setelah mempelajari bagian ini.

c. Setelah itu, peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 4.3 yaitu mengidentifikasi bagian sel saraf. Sebelum mengisi titik-titik pada gembar neuron bermyelin, peserta didik diminta untuk membaca Tabel 4.3 Bagian Sel Saraf dan Fungsinya di Buku Siswa. Kegiatan ini bertujuan agar peserta didik dapat dengan mudah menyelesaikan aktivitas.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 4.3 Identifikasi Bagian Sel Saraf

Alternatif Jawaban:

Sumber: Campbell *et al.*, 2008

Gambar 4.4 Neuron Bermyelin

d. Guru menekankan kembali bahwa tubuh dapat merasakan rangsang dari lingkungan karena adanya sistem saraf yang memanfaatkan prinsip kelistrikan. Penekanan konsep dapat dilakukan dengan cara mempertegas analogi sel saraf dengan kabel, tetapi sel saraf tidak mengalirkan arus listrik seperti kabel. Peserta didik diminta untuk membaca fitur ”Ayo, Kita Pahami” tentang analogi sel saraf dengan kabel listrik.

e. Setelah memahami bahwa kelistrikan juga ada pada tubuh manusia, peserta didik diminta untuk mengajukan pertanyaan atau guru yang mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan kompleksitas ciptaan Tuhan. Tujuannya adalah agar peserta didik lebih mensyukuri dan mengagumi ciptaan Tuhan tersebut.

f. Peserta didik ditugaskan untuk mengerjakan fitur ”Ayo,Kita Kerjakan Proyek”. Guru memberikan penjelasan tentang proyek, di antaranya pembentukan kelompok, tema proyek, tagihan tugas, penilaian, dan pengumpulan tugas.

Pertemuan 5

Materi : Hewan-hewan Penghasil Listrik dan Penggunaan Teknologi Listrik di Lingkungan Sekitar

a. Guru mengawali pembelajaran dengan mengaitkan materi sebelumnya yaitu tentang kelistrikan pada manusia dengan materi yang akan dipelajari. Guru dapat memberikan pertanyaan misalnya:

1) Pada pembelajaran sebelumnya kita sudah mempelajari bahwa manusia dapat menghasilkan listrik, apakah ada makhluk hidup lain yang juga dapat menghasilkan listrik?
2) Coba sebutkan hewan apa saja yang dapat menghasilkan listrik?

b. Peserta didik diminta berdiskusi dengan teman sebangku untuk mencari informasi tentang hewan-hewan yang dapat menghasilkan listrik.

c. Selanjutnya, peserta didik dengan bimbingan guru melakukan presentasi menggunakan *power point*, gambar, atau media lainnya.

d. Peserta didik yang tidak melakukan presentasi diberi kesempatan untuk bertanya, sedangkan peserta didik yang berpresentasi diminta untuk menjawab pertanyaan tersebut. Kemudian, guru memberikan penguatan materi.

e. Peserta didik diminta berkelompok dengan teman sebangku untuk mencari informasi tentang penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar.

f. Selanjutnya, peserta didik dibimbing guru untuk melakukan presentasi di depan kelas tentang teknologi listrik di lingkungan dan presentasi proyek. Peserta didik yang tidak melakukan presentasi diminta untuk memberi pertanyaan, sedangkan peserta didik yang melakukan presentasi diminta untuk menjawab pertanyaan tersebut. Guru memberi penguatan materi kepada peserta didik apabila ada konsep yang masih kurang benar.

g. Peserta didik dengan bimbingan guru menyimpulkan materi yang telah dipelajari hari ini dan membaca serta menjawab fitur ”Ayo, Kita Renungkan”.

h. Peserta didik diingatkan agar belajar bab 4 mulai dari awal hingga akhir karena pada pertemuan selanjutnya akan diadakan ulangan harian.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat

merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran Bab 4 Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Gejala listrik statis				✓		
	Interaksi dua benda bermuatan karena pengaruh jaraknya				✓		
	Bagian sel saraf				✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Beda potensial		✓				
Ayo, Kita Selesaikan	Medan listrik			✓			
	Beda potensial listrik			✓			
Tahukah Kamu?	Deret tribolistrik		✓				
Ayo, Kita Pahami	Gaya Coulomb			✓			
	Medan listrik			✓			
	Beda potensial			✓			
Ayo, Kita Cari Tahu	Cara kerja elektroskop			✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Cara kerja mesin fotokopi				✓		

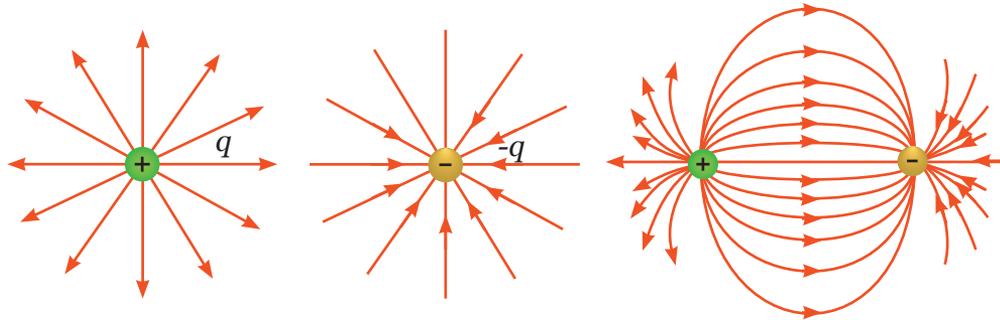
b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi Bab 4 Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 4 Listrik Statis dalam Kehidupan Sehari-hari

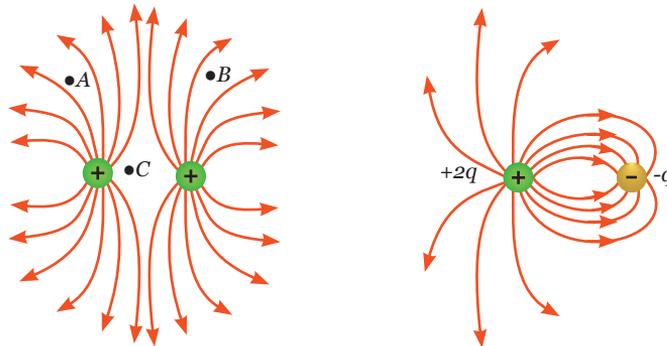
Indikator butir soal	Ranah kognitif/ Jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menyebutkan peristiwa yang terjadi pada penggaris plastik yang digosokkan pada kain wol		A1				
Menjelaskan interaksi muatan-muatan listrik		A2				
Menjelaskan fungsi elektroskop			A3			
Menghitung gaya Coulomb			A4 A5 B2			
Menganalisis pernyataan yang benar berkaitan dengan potensial listrik dua muatan				A6		
Menyebutkan zat kimia yang berfungsi untuk menghantarkan rangsangan listrik		A7				
Menjelaskan fungsi akson atau neurit		A8				
Menjelaskan bagian sel saraf yang ditunjukkan pada gambar				A9		
Menyebutkan sistem khusus pada hewan yang dapat menghasilkan listrik		A10				
Menjelaskan cara kerja elektroskop		B1				
Menghitung medan listrik			B3			
Menjelaskan peristiwa petir lebih sering menyambar pohon kelapa dibanding pohon mangga		B4				
Menjelaskan analogi kelistrikan pada sel saraf manusia dibanding pada kabel		B5				

D. Materi Pengayaan

Medan listrik digambarkan oleh serangkaian garis listrik yang arahnya keluar atau masuk ke dalam muatan. Arah garis listrik ke dalam digunakan untuk menunjukkan muatan negatif dan arah garis listrik ke luar digunakan untuk menunjukkan muatan positif.

Sumber: Serway, 2004

Gambar 4.5 Garis Gaya Listrik Dua Muatan

Perhatikan cara menggambarkan garis gaya listrik!

Semakin besar nilai muatan listrik, maka akan semakin banyak garis gaya listrik yang berada di sekitar muatan tersebut. Sebaliknya, semakin kecil nilai muatan listrik, maka akan semakin sedikit pula garis gaya listrik yang berada di sekitar muatan tersebut. Perhatikan gambar berikut.

Sumber: Serway, 2004

Gambar 4.6 Garis Gaya Listrik Dua Muatan

E. Interaksi dengan Orang Tua

- Meminta bantuan orang tua jika peserta didik kesulitan mencari informasi tentang penerapan konsep listrik statis pada mesin fotokopi.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. A
2. B
3. A
4. D
5. D
6. A
7. D
8. C
9. D
10. C

2. Uraian

1. Elektron yang ada di kepala elektroskop akan terinduksi menjauhi benda dan menuju ke dua daun elektroskop. Hal tersebut mengakibatkan kedua daun elektroskop menjadi bermuatan negatif dan saling menolak (mekar).
2. $F = k \times \frac{q_1 \times q_2}{r^2} = 9 \times 10^{-9} \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{0{,}6^2} = 8 \times 10^{-1} = 0{,}8$ N
3. Medan listrik oleh muatan A

   $E = \frac{F}{q_A} = \frac{8 \times 10^{-4}\ \text{N}}{2 \times 10^{-6}\ \text{C}} = 400\ ^{\text{N}}/_{\text{C}}$

   Medan listrik oleh muatan B

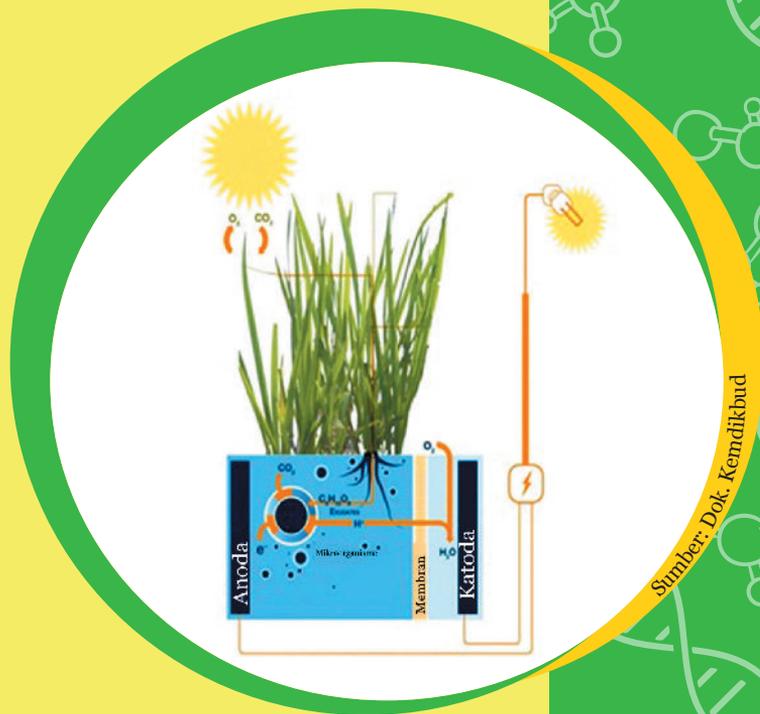
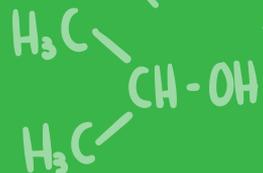
   $E = \frac{F}{q_B} = \frac{8 \times 10^{-4}\ \text{N}}{4 \times 10^{-6}\ \text{C}} = 200\ ^{\text{N}}/_{\text{C}}$

4. Petir lebih mudah menyambar pohon kelapa yang tinggi dibanding pohon mangga yang lebih pendek karena petir cenderung menyambar benda-benda yang tinggi.
5. Karena besar arus listrik pada sel saraf yang sangat kecil sehingga sulit diukur dengan menggunakan amperemeter biasa.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± satu minggu. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru serta meminta bimbingan guru apabila menjumpai kesulitan. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas siswa. Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan penilaian proyek yaitu sebagai berikut.

(1) Menyampaikan rubrik penilaian sebelum pelaksanaan penilaian kepada peserta didik. (2) Memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang kriteria penilaian. (3) Menyampaikan tugas kepada peserta didik. (4) Memberikan pemahaman yang sama kepada peserta didik tentang tugas yang harus dikerjakan. (5) Melakukan penilaian selama perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan proyek. (6) Memonitor pengerjaan proyek peserta didik dan memberikan umpan balik pada setiap tahapan pengerjaan proyek. (7) Membandingkan kinerja peserta didik dengan rubrik penilaian. (8) Memetakan kemampuan peserta didik terhadap pencapaian kompetensi minimal. (9) Mencatat hasil penilaian. (10) Memberikan umpan balik terhadap laporan yang disusun peserta didik.

5 Petunjuk Pembelajaran: Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari

A. Pengantar

Bab 5 pada buku ini memuat materi listrik dinamis dalam kehidupan sehari-hari. Materi pada bab ini mencakup konsep listrik dinamis dan listrik dinamis dalam kehidupan sehari-hari. Konsep listrik dinamis membahas arus listrik, hantaran listrik, rangkaian listrik, karakteristik rangkaian listrik, sumber arus listrik, sumber-sumber energi listrik, dan transmisi energi listrik. Materi listrik dinamis dalam kehidupan sehari-hari membahas penggunaan energi listrik di lingkungan sekitar, upaya penghematan energi listrik, dan pencegahan bahaya penggunaan listrik.

Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah peserta didik mempelajari materi tentang rangkaian listrik, elektromagnetik, dan penerapan listrik dinamis lainnya, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan tugas proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat alat sederhana yang menerapkan konsep listrik dinamis.

1. Kompetensi Dasar

3.5. Menerapkan konsep rangkaian listrik, energi dan daya listrik, sumber energi listrik dalam kehidupan sehari-hari, termasuk sumber energi listrik alternatif, serta berbagai upaya menghemat energi listrik.

4.5. Menyajikan hasil rancangan dan pengukuran berbagai rangkaian listrik.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di sekolah, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi, disesuaikan dengan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.5 dan KD 4.5.

3.5.1 Menyelidiki keberadaan arus listrik pada suatu rangkaian

3.5.2 Menganalisis fungsi lempeng seng dan paku besi pada percobaan baterai buah

3.5.3 Membedakan rangkaian listrik terbuka dan tertutup

3.5.4 Mengidentifikasi macam-macam bahan yang dapat menghantarkan arus listrik (konduktor, isolator, semikonduktor)

3.5.5 Menyelidiki jenis zat cair yang dapat menghantarkan arus listrik

3.5.6 Menggambarkan grafik hubungan antara besar hambatan listrik dengan panjang kawat penghantar

3.5.7 Menggambarkan grafik hubungan antara besar hambatan listrik dengan luas penampang kawat penghantar

3.5.8 Menganalisis hubungan antara besar hambatan listrik dengan panjang kawat penghantar dan luas penampang kawat penghantar

3.5.9 Membandingkan hasil percobaan tentang besar hambatan listrik pada kawat penghantar dengan rumus besar hambatan listrik pada kawat penghantar
3.5.10 Membedakan karakteristik rangkaian listrik seri dan paralel
3.5.11 Menganalisis hubungan antara kuat arus, hambatan, dan tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik
3.5.12 Menganalisis faktor yang memengaruhi besar arus listrik yang mengalir pada kawat penghantar
3.5.13 Menghitung besar arus listrik dalam suatu kawat penghantar dalam rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran
3.5.14 Menghitung besar energi listrik
3.5.15 Memprediksi banyak muatan listrik pada benda-benda
3.5.16 Menghitung besar daya listrik
3.5.17 Menghitung biaya listrik bulanan rumah tangga
3.5.18 Menyebutkan macam-macam sumber energi listrik
3.5.19 Menyebutkan perubahan energi listrik pada baterai
3.5.20 Menyebutkan contoh sumber-sumber energi listrik alternatif
3.5.21 Menjelaskan prinsip kerja sumber-sumber energi listrik alternatif
3.5.22 Membandingkan jumlah energi listrik dengan jumlah energi alternatif yang dihasilkan
3.5.23 Menyebutkan keuntungan penggunaan energi alternatif (energi matahari, angin, air, dan lain sebagainya)
3.5.24 Menyebutkan zat kimia yang terkandung dalam tanaman sebagai sumber bioenergi
3.5.25 Menyebutkan upaya-upaya penghematan listrik
3.5.26 Menyebutkan upaya pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan
4.5.1 Membuat alat sederhana yang menerapkan konsep listrik dinamis

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 5 Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari memerlukan waktu 15 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut sebagai berikut

Tabel 5.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Konsep listrik dinamis ▪ Arus listrik
2	Konsep listrik dinamis ▪ Hantaran listrik

Pertemuan Ke	Materi
3	Konsep listrik dinamis ▪ Rangkaian listrik
4	Konsep listrik dinamis ▪ Sumber arus listrik, sumber-sumber energi listrik, dan transmisi energi listrik
5	Listrik dinamis dalam kehidupan sehari-hari ▪ Penggunaan energi listrik di lingkungan sekitar ▪ Upaya penghematan energi listrik ▪ Pencegahan bahaya penggunaan listrik
6	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Arus listrik mengalir karena adanya perbedaan potensial listrik.

b. Berdasarkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik, bahan digolongkan menjadi konduktor, semikonduktor, dan isolator.

c. Besar hambatan listrik suatu kawat dipengaruhi oleh hambat jenis kawat, panjang kawat, dan luas penampang kawat.

d. Rangkaian listrik terdiri atas dua jenis, yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel.

e. Energi listrik dapat diubah menjadi energi lain, misalnya kipas angin yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Sebaliknya, energi lain dapat dirubah menjadi energi gerak, misalnya energi kimia pada akumulator (aki/*accu*) dapat diubah menjadi energi listrik.

f. Sumber energi listrik alternatif diperoleh dari sumber energi yang melimpah di alam, misalnya berasal dari energi matahari, energi angin, energi air, bioenergi, dan nuklir.

g. Penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan mengganti lampu bohlam dengan LED, menerapkan *earth hour*, dan sebagainya.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 5 Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari, guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, ataupun *Creative Problem Solving* (CPS), atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi : Arus Listrik

Berbeda dengan listrik statis, pada listrik dinamis tidak hanya menekankan pada konsep perpindahan muatan saja, tetapi juga akibat dari adanya perpindahan muatan listrik tersebut, khususnya yang terjadi pada kawat penghantar (kabel). Muatan listrik yang berpindah atau mengalir pada kabel mampu menimbulkan arus balikan atau arus listrik. Jadi, jika muatan mengalir dari potensial rendah ke tinggi, arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Adanya arus listrik inilah yang sering dimanfaatkan oleh manusia untuk mengoperasikan berbagai teknologi yang memerlukan listrik sebagai sumber energinya.

a. Peserta didik mengamati berbagai peralatan listrik yang ada di kelas dan di lingkungan sekolah. Peserta didik menganalisis pertanyaan dari guru, "Dari manakah aliran arus listrik tersebut? Apakah makhluk hidup dapat menghasilkan arus listrik?". Pertanyaan yang diajukan diharapkan dapat membuat peserta didik termotivasi untuk belajar.
b. Agar memahami cara memanfaatkan listrik untuk menyalakan lampu dan sumber energi listrik yang berasal dari buah-buahan, peserta didik melakukan Aktivitas 5.1 dan 5.2 dengan bimbingan guru.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.1 Menyalakan Lampu dengan Baterai

- Jawaban untuk Aktivitas 5.1 sangat beragam, tergantung pada kreativitas peserta didik saat membuat rangkaian listrik.
- Berikut ini merupakan alternatif rangkaian listrik yang dapat dibuat.

(a)

(b)

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.1 Rangkaian Menyalakan Lampu dengan Baterai, (a) Rangkaian Terbuka, (b) Rangkaian Tertutup

- Efek panas pada kabel saat dihubungkan pada baterai tidak lain merupakan efek dari adanya hambatan listrik pada kabel. Semakin besar nilai hambatan kabel maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan semakin besarnya nilai energi listrik yang diubah menjadi kalor (energi panas).

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Cara untuk mengetahui adanya arus listrik yang mengalir dalam kabel yaitu dengan membuat rangkaian tertutup menggunakan lampu. Apabila lampu menyala, hal tersebut menunjukkan adanya arus listrik.
2. Rangkaian listrik yang dapat menyalakan lampu yaitu rangkaian listrik yang tiap komponen (baterai, kabel, dan lampu) terhubung dengan benar (rangkaian tertutup). Sementara rangkaian listrik yang tidak dapat menyalakan lampu yaitu rangkaian listrik yang salah satu komponennya tidak terhubung (rangkaian terbuka)

Alternatif Kesimpulan:

Arus listrik dapat mengalir pada suatu rangkaian tertutup dan mengakibatkan lampu dapat menyala. Apabila suatu rangkaian terbuka, arus listrik tidak dapat mengalir, sehingga lampu tidak dapat menyala.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.2 Baterai Buah

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Semakin banyak buah yang digunakan, maka arus listrik yang terukur pada amperemeter akan semakin besar.
2. Semakin banyak buah yang dirangkai, maka nyala lampu juga akan semakin terang. Hal ini dikarenakan kuat arus yang semakin besar.
3. Karena buah merupakan elektrolit yang baik, sehingga dapat mengionkan paku besi dan seng yang ditancapkan pada buah.
4. Lempeng seng berperan sebagai kutub negatif baterai dan paku besi berperan sebagai kutub positif baterai. Adanya perbedaan potensial

kedua muatan pada tiap-tiap kutub baterai inilah yang memicu timbulnya arus yang mengalir pada rangkaian baterai buah.

Alternatif Kesimpulan:

Buah mengandung cairan yang merupakan elektrolit. Cairan dalam buah dapat mengionkan paku besi dan seng yang ditancapkan pada buah, mengakibatkan timbulnya beda potensial. Lempeng seng menjadi kutub negatif dan lempeng besi menjadi kutub positif. Adanya beda potensial ini mendorong elektron untuk bergerak sehingga memicu aliran listrik.

c. Lampu dapat menyala karena rangkaian listrik yang disusun oleh peserta didik pada Aktivitas 5.1 adalah rangkaian listrik tertutup. Hal ini disebabkan arus listrik pada kawat penghantar hanya akan mengalir jika seluruh ujung kabel saling berhubungan, sehingga elektron-elektron pada kabel dapat mengalir dengan mudah. Jika ada salah satu ujung kabel tidak terhubung, menjadikan arus listrik tidak mengalir, maka rangkaian listrik disebut sebagai rangkaian terbuka. Agar guru dapat mengukur keberhasilan pencapaian pengetahuan peserta didik tentang rangkaian tertutup dan terbuka, guru meminta peserta didik untuk melakukan kegiatan “Ayo, Kita Selesaikan”. Kegiatan ini dapat dilakukan secara individu atau secara berkelompok.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Tabel 5.2 Rangkaian Listrik Tertutup dan Listrik Terbuka

No	Gambar	Jenis Rangkaian	Penjelasan/Alasan
1		Tertutup	Setiap ujung kabel terhubung dengan baterai atau lampu membentuk rangkaian tertutup, sehingga lampu dapat menyala.

No	Gambar	Jenis Rangkaian	Penjelasan/Alasan
2		Tertutup	Setiap ujung kabel terhubung dengan baterai atau lampu membentuk rangkaian tertutup, meskipun ada salah satu baterai yang tidak digunakan (tidak dihubungkan). Lampu tidak menyala dimungkinkan karena terlalu kecil arus yang mengalir dalam rangkaian tersebut.
3		Tertutup	Setiap ujung kabel terhubung dengan baterai atau lampu membentuk rangkaian tertutup. Lampu tidak menyala dimungkinkan karena arus yang mengalir terlalu lemah untuk menyalakan dua lampu sekaligus.
4		Terbuka	Salah satu ujung kabel tidak terhubung atau dalam keadaan bebas, sehingga tidak ada arus yang mengalir dalam rangkaian dan lampu tidak dapat menyala.
5		Terbuka	Salah satu ujung kabel tidak terhubung atau dalam keadaan bebas, sehingga tidak ada arus yang mengalir dalam rangkaian dan lampu tidak dapat menyala.

Alternatif Jawaban Diskusi:

Perbedaan antara rangkaian listrik tertutup dan terbuka sebagai berikut. Rangkaian listrik tertutup adalah rangkaian listrik dengan setiap ujung kabel tersambung dengan baik pada lampu atau sumber arus (baterai). Pada rangkaian tertutup arus listrik dapat mengalir dengan baik sehingga dapat menyalakan lampu.

Rangkaian listrik terbuka adalah rangkaian listrik dengan salah satu atau beberapa ujung kabel tidak tersambung pada lampu atau sumber arus (baterai). Pada rangkaian terbuka arus listrik tidak dapat mengalir sehingga tidak dapat menyalakan lampu.

d. Setelah memahami cara menentukan arah arus listrik, peserta didik menyimak penjelasan guru tentang cara menghitung besar arus listrik yang mengalir pada kawat penghantar dengan menggunakan rumus $I = \frac{q}{t}$ melalui fitur "Ayo, Kita Pahami". Guru dapat menguji pemahaman peserta didik tentang konsep ini dengan memberikan soal sejenis pada kegiatan uji kompetensi atau membuatkan soal sendiri. Agar peserta didik tidak terjebak dengan sulitnya angka yang dihitung, sebaiknya guru menyusun soal ulangan dengan angka-angka yang mudah bagi peserta didik.
e. Peserta didik dibimbing untuk menyimpulkan hasil kegiatan pembelajaran.

Pertemuan 2
Materi : Hantaran Listrik

a. Jika listrik tidak hanya mengalir pada kabel, tetapi juga pada saraf manusia, lalu apakah yang memengaruhi hantaran listrik tersebut? Agar peserta didik memahami perbedaan hantaran listrik pada berbagai bahan, peserta didik diminta untuk melakukan kegiatan pada Aktivitas 5.3 Mengidentifikasi Jenis Bahan Isolator dan Konduktor. Tujuan melakukan kegiatan ini adalah agar peserta didik dapat mengelompokkan berbagai jenis bahan ke dalam jenis bahan isolator, konduktor, dan semi konduktor.
b. Saat mengenalkan jenis bahan semi konduktor, guru dapat menyediakan bahan sesuai dengan ketersediaan di lingkungan sekitar sekolah, misalkan karbon, silikon, dan germanium. Jika tidak tersedia, guru dapat meminta peserta didik untuk mengkaji materi semi konduktor pada Buku Siswa.
c. Setelah memahami konsep isolator, konduktor, dan semi konduktor, peserta didik diminta melakukan Aktivitas 5.3 Mengidentifikasi Jenis Bahan Isolator dan Konduktor.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.3 Mengidentifikasi Jenis Bahan Isolator dan Konduktor

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Tidak semua bahan dapat menghantarkan arus listrik.
2. Bahan yang termasuk konduktor listrik yaitu aluminium foil, kawat timah, kawat besi, kunci, dan isi pensil (karbon). Bahan yang termasuk isolator listrik yaitu karet, kunci, pensil, dan penghapus.

Alternatif Kesimpulan:

Berdasar kemampuannya dalam menghantarkan listrik, bahan dapat dikelompokkan menjadi konduktor dan isolator. Bahan yang termasuk konduktor listrik yaitu aluminium foil, kawat timah, kawat besi, kunci, dan isi pensil (karbon). Bahan yang termasuk isolator listrik yaitu karet, kunci, pensil, dan penghapus.

d. Peserta didik dapat diminta untuk menarik kesimpulan dari kegiatan yang telah dilakukan. Agar peserta didik lebih memahami penerapan konduktor listrik, peserta didik ditugasi untuk membaca fitur “Tahukah Kamu?” tentang penangkal petir.

e. Setelah peserta didik mempelajari berbagai macam penghantar listrik dalam bentuk zat padat, peserta didik diminta untuk melakukan diskusi tentang kemungkinan adanya zat cair yang dapat menjadi penghantar listrik. Peserta didik dapat ditugasi untuk mengerjakan kegiatan yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Selesaikan” tentang kemampuan zat cair sebagai penghantar listrik.

f. Guru dapat memotivasi peserta didik untuk bertanya dan melakukan diskusi dengan teman sekelas tentang keterkaitan antara kemampuan suatu bahan menghantarkan listrik dengan hambatan listrik yang dimiliki bahan tersebut. Jika peserta didik telah dapat menemukan keterkaitannya, kemudian dapat diajak untuk mencermati Tabel 5.2.

g. Sebenarnya, besar hambatan listrik tidak hanya ada pada bahan konduktor, tetapi juga pada bahan isolator dan semi konduktor. Hambatan listrik dapat didefinisikan sebagai nilai tahanan arus listrik pada suatu rangkaian.

h. Besarnya muatan atau arus listrik (sebagai energi listrik) yang mengalir pada kabel, sebagian tidak dapat mengalir secara sempurna karena diubah menjadi bentuk energi lain, misalnya kalor.
i. Pada hakikatnya semua jenis bahan mampu mengalirkan arus listrik. Misalnya pohon (kayu) yang merupakan bahan isolator listrik akan tetap mampu mengalirkan muatan listrik dari awan (petir) ke bumi karena adanya selisih potensial yang sangat tinggi. Begitu pula dengan udara. Banyak orang beranggapan bahwa udara merupakan bahan yang memiliki hambatan listrik sangat besar karena struktur atomiknya yang sangat renggang sehingga sulit menghantarkan muatan-muatan listrik. Namun, fakta menunjukkan bahwa petir tetap dapat melampaui udara untuk sampai ke bumi. Berdasarkan uraian tersebut, guru sebaiknya memberikan pengertian pada peserta didik akan bahaya listrik. Oleh karena muatan listrik sangat besar, tidak ada satu pun benda yang dapat berperan sebagai isolator.
j. Peserta didik diperkenalkan bahwa penghantar listrik tidak hanya dalam bentuk zat padat, tetapi zat cair pun dapat menghantarkan arus listrik. Agar peserta didik dapat mengetahuinya lebih lanjut, peserta didik dapat ditugasi untuk menyelesaikan fitur "Ayo, Kita Selesaikan" tentang zat cair penghantar listrik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Larutan garam dapat menghantarkan arus listrik karena merupakan elektrolit, sedangkan larutan gula tidak dapat menghantarkan arus listrik dan disebut sebagai larutan nonelektrolit. Larutan garam dapat menghantarkan arus listrik, karena saat garam NaCl dilarutkan dalam air, akan terionisasi menjadi ion Na^+ dan Cl^-. Adanya ion-ion tersebutlah yang menyebabkan arus dapat mengalir. Saat gula dilarutkan dalam air, molekul gula akan tetap (tidak terionisasi), sehingga tidak dapat menghantarkan arus listrik.

k. Setelah memahami tentang bahan penghantar arus listrik dan secara umum telah mendapatkan gambaran tentang hambatan yang terdapat pada bahan, peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 5.4 Percobaan Besar Hambatan Listrik pada Kawat Konduktor.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.4 Percobaan Besar Hambatan Listrik pada Kawat Konduktor

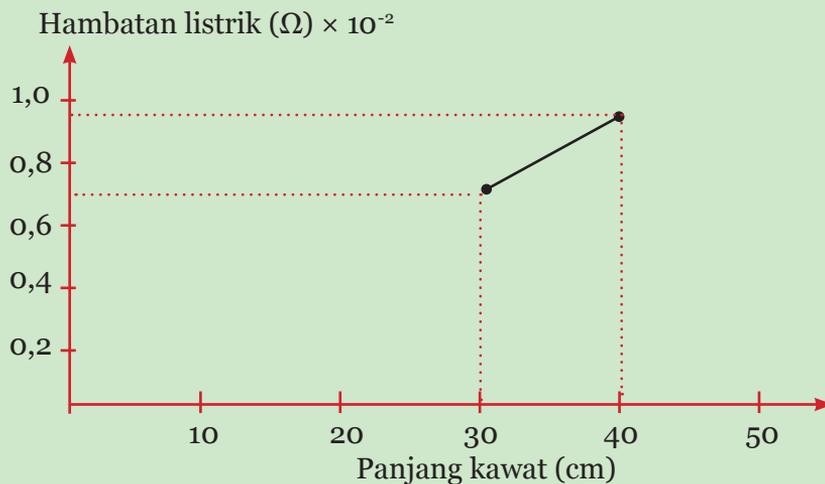
Alternatif Data Hasil Percobaan:

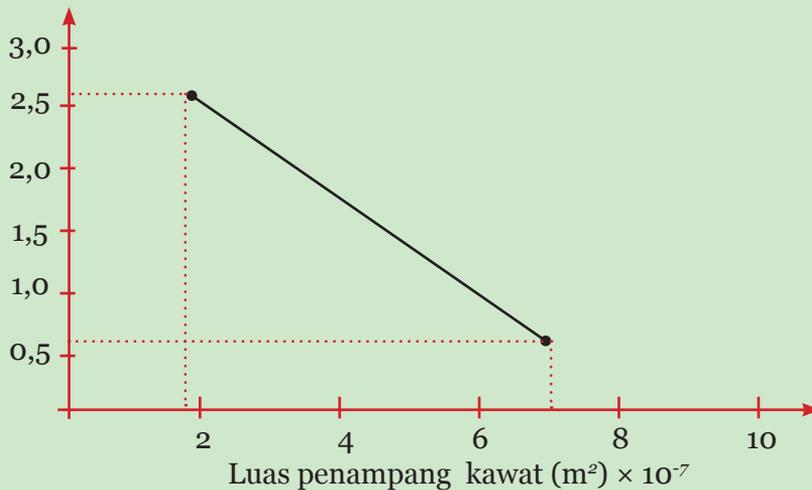
Luas penampang kawat dapat dihitung dengan menggunakan rumus luas lingkaran yaitu $L = \pi r^2$.

Tabel 5.3 Data Percobaan Hambatan Kawat

No	Jenis Kawat	Panjang Kawat (cm)	Diameter Kawat (mm)	Luas Penampang Kawat (m^2)	Besar Hambatan yang Terukur oleh Ohmmeter (Ω)
A	Tembaga	30	0,5	$1,96 \times 10^{-7}$	$2,63 \times 10^{-2}$
B		30	1	$7,85 \times 10^{-7}$	$0,66 \times 10^{-2}$
C		40	0,5	$1,96 \times 10^{-7}$	$3,51 \times 10^{-2}$
D		40	1	$7,85 \times 10^{-7}$	$0,88 \times 10^{-2}$
E	Nikrom	30	0,5	$1,96 \times 10^{-7}$	$153,06 \times 10^{-2}$

Alternatif Jawaban Hasil Diskusi:

1. Grafik hubungan antara besar hambatan listrik dengan panjang kawat pada jenis kawat tembaga dengan diameter kawat 1 mm.

2. Semakin panjang kawat penghantar, semakin besar pula nilai hambatannya.

3. Grafik hubungan antara besar hambatan listrik dengan luas penampang kawat pada jenis kawat tembaga dengan panjang kawat 30 cm.

4. Semakin besar luas penampang kawat, semakin kecil nilai hambatannya.
5. Besar hambatan kawat berbanding lurus dengan panjang kawat, tetapi berbanding terbalik dengan luas penampang kawat.

Alternatif Kesimpulan:

Besar hambatan kawat berbanding lurus dengan panjang kawat, tetapi berbanding terbalik dengan luas penampang kawat.

l. Setelah melakukan percobaan dan membahas hasil diskusi, peserta didik dibimbing untuk menganalisis faktor yang memengaruhi hambatan pada kawat. Peserta didik dapat diperkenalkan dengan persamaan hambatan kawat. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menilai apakah hasil percobaan yang dilakukan sesuai dengan persamaan hambatan kawat sebagaimana terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" tentang persamaan hambatan kawat.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Data besar hambatan listrik pada kawat konduktor hasil percobaan mendekati besar hambatan listrik pada kawat konduktor melalui hasil perhitungan menggunakan persamaan $R = \rho \cdot \frac{L}{A}$.

m. Pada akhir pertemuan, peserta didik dapat ditugasi untuk membawa alat dan bahan untuk Aktivitas 5.5 Rangkaian Lampu secara Seri dan Paralel untuk pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 3

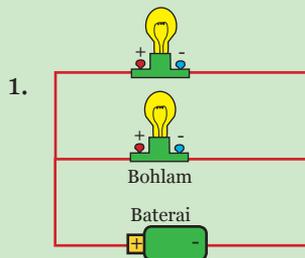
Materi : Rangkaian Listrik

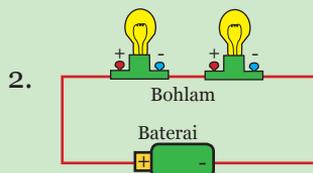
a. Agar peserta didik lebih memahami aliran listrik pada rangkaian tertutup, khususnya karakteristik rangkaian listrik seri dan paralel, peserta didik ditugasi untuk melakukan kegiatan percobaan seperti pada Aktivitas 5.5 Rangkaian Lampu secara Seri dan Paralel, serta Aktivitas 5.6 Rangkaian Baterai Seri dan Paralel.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.5 **Rangkaian Lampu secara Seri dan Paralel**

Alternatif Hasil Percobaan:

1.

Jika satu lampu dilepas, lampu yang lain akan tetap menyala. Rangkaian tersebut disebut rangkaian paralel.

2.

Jika salah satu lampu dilepas, lampu yang lain akan mati. Rangkaian demikian disebut rangkaian seri.

Alternatif Kesimpulan:

Ada dua jenis rangkaian lampu, yaitu rangkaian lampu yang memiliki percabangan dan rangkaian lampu yang tidak memiliki percabangan. Pada rangkaian lampu yang memiliki percabangan kabel, rangkaian

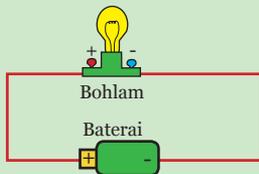
tersebut disebut **rangkaian lampu paralel**. Jika salah satu ujung kabel terputus, maka arus listrik akan tetap mengalir pada kabel lainnya yang masih terhubung dengan lampu lain, sehingga lampu lain tetap menyala.

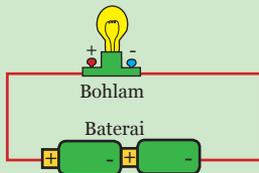
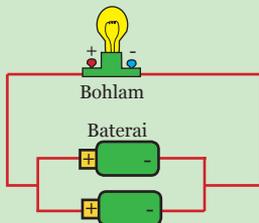
Pada rangkaian lampu yang tidak memiliki percabangan kabel, rangkaian tersebut disebut **rangkaian lampu seri**. Ketiadaan percabangan kabel pada rangkaian lampu seri mengakibatkan aliran listrik akan terputus jika salah satu ujung kabel terputus, sehingga tidak ada arus yang mengalir di dalam rangkaian dan seluruh lampu akan mati.

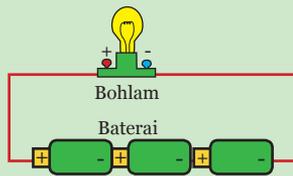
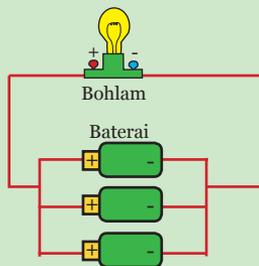
Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.6 **Rangkaian Baterai secara Seri dan Paralel**

Alternatif Hasil Percobaan:

1. Rangkaian listrik dengan susunan satu baterai sehingga lampu menyala.

2. Rangkaian listrik dengan susunan dua baterai sehingga lampu menyala.

Rangkaian baterai secara seri

Rangkaian baterai secara paralel

3. Rangkaian listrik dengan susunan tiga baterai sehingga lampu menyala.

Rangkaian baterai secara seri

Rangkaian baterai secara paralel

Alternatif Hasil Diskusi:

1. Baterai dapat disusun secara seri dan secara paralel.
2. Semakin banyak jumlah baterai yang dipasang secara seri, nyala lampu semakin terang. Hal ini disebabkan beda potensial yang dihasilkan oleh baterai yang dipasang secara seri semakin besar atau dapat dirumuskan $V_s = V_1 + V_2 + ... + V_n$. Tetapi, apabila salah satu kabel yang menghubungkan baterai terputus, lampu tidak menyala. Nyala lampu pada rangkaian baterai yang dipasang secara paralel tetap (tidak semakin terang). Hal ini disebabkan beda potensial yang dihasilkan oleh baterai yang dipasang secara paralel sama pada setiap titik atau dapat dirumuskan $V_p = V_1 = V_2 = ... = V_n$. Tetapi, apabila salah satu kabel yang menghubungkan baterai terputus, lampu akan tetap menyala.

Alternatif Kesimpulan:

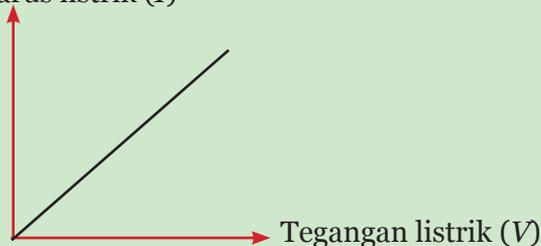
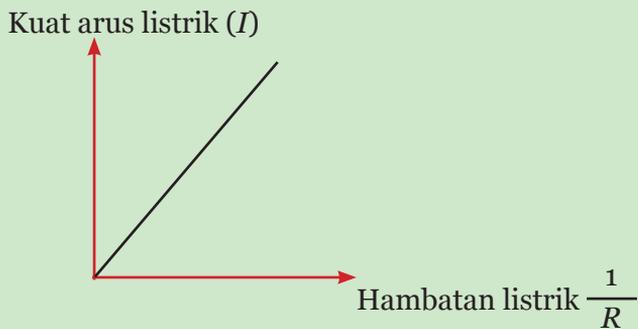
Baterai dapat disusun secara seri dan secara paralel. Semakin banyak jumlah baterai yang dipasang secara seri, nyala lampu semakin terang. Tetapi, apabila salah satu kabel yang menghubungkan baterai terputus, lampu tidak menyala. Apabila beberapa baterai dipasang secara paralel, nyala lampu tidak semakin terang. Tetapi, apabila salah satu kabel yang menghubungkan baterai terputus, lampu akan tetap menyala.

b. Setelah menyusun rangkaian, peserta didik diminta untuk menggambar hasil rangkaian dan mempresentasikan hasil percobaan di depan kelas.
c. Guru menekankan konsep bahwa meskipun boros dalam penggunaan kabel, tetapi rangkaian paralel dapat digunakan sebagai alternatif penghematan biaya listrik. Oleh karena itu, lampu-lampu yang tidak digunakan dapat dimatikan, tanpa mengakibatkan lampu-lampu yang masih digunakan menjadi mati. Lain halnya pada rangkaian seri, seluruh lampu harus dinyalakan secara bersamaan. Itulah salah satu alasan instalasi listrik di rumah-rumah selalu menggunakan rangkaian listrik jenis paralel.
d. Peserta didik dapat diminta menyampaikan materi yang telah dipahami, materi yang belum dapat dipahami, pembelajaran yang disukai, dan pembelajaran yang kurang dapat dimengerti. Guru dapat memberikan penguatan terhadap konsep yang telah dipelajari peserta didik dan memberikan penjelasan mengenai konsep yang belum dipahami peserta didik.
e. Sebagai konsep utama, hukum Ohm dapat dipelajari dengan mengajak peserta didik melakukan Aktivitas 5.7 secara berkelompok. Peserta didik diminta untuk mengolah data hasil percobaan dalam bentuk grafik. Grafik yang dibuat peserta didik tergantung pada angka yang terukur pada amperemeter. Sebagai gambaran, hubungan antara tegangan dengan kuat arus dan hambatan adalah berbanding lurus. Dengan demikian, grafik antara kuat arus dan hambatan listrik, serta grafik antara kuat arus dan tegangan listrik dapat digambarkan sebagai berikut.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 5.7 **Mengetahui Hubungan antara Kuat Arus, Hambatan, dan Tegangan Listrik pada Suatu Rangkaian Listrik**

Alternatif Hasil Analisis:

Grafik Hubungan antara Kuat Arus listrik (*I*) dan Tegangan Listrik (*V*)

Grafik Hubungan antara Kuat Arus Listrik (*I*) dan Hambatan Listrik (*R*)

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Hubungan antara besar hambatan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian adalah berbanding terbalik. Jika hambatan yang dipasang pada rangkaian bernilai besar, arus listrik yang mengalir pada rangkaian akan bernilai kecil. Sebaliknya, jika hambatan yang dipasang pada rangkaian bernilai kecil, maka arus listrik yang mengalir pada rangkaian akan bernilai besar.
2. Hubungan antara besar tegangan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian adalah berbanding lurus. Jika sumber tegangan yang dipasang pada rangkaian bernilai besar, kuat arus yang mengalir pada rangkaian juga akan besar. Sebaliknya, jika sumber tegangan yang dipasang pada rangkaian bernilai kecil, kuat arus yang mengalir pada rangkaian juga akan bernilai kecil.
3. $I = \frac{V}{R}$
4. Sebuah alat listrik memiliki nilai hambatan yang tetap. Oleh karena itu, jika alat listrik tersebut mula-mula dipasang pada tegangan 220 V dan kemudian dipindahkan pada tegangan 110 V, maka alat listrik tersebut akan beroperasi secara kurang maksimal karena arus yang mengalir menjadi setengahnya.
5. Lampu dengan tegangan 110 V tidak boleh dipasang pada rangkaian listrik dengan tegangan 220 V, karena arus listrik yang mengalir akan menjadi lebih besar 2 kali lipat. Akibatnya, lampu tersebut tidak akan mampu menahan kuat arus yang berlebih dan dapat terbakar.
6. $V = I \, . \, R$

   $I = \frac{V}{R} = \frac{1,5 \text{ V}}{0,3 \, \Omega} = \frac{15 \text{ V}}{3 \, \Omega} = 5 \text{ A}$

Alternatif Kesimpulan:

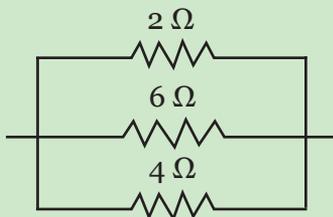
Hubungan antara besar hambatan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian adalah berbanding terbalik. Jika hambatan yang dipasang pada rangkaian bernilai besar, maka arus listrik yang mengalir pada rangkaian akan bernilai kecil. Sebaliknya, jika hambatan yang dipasang pada rangkaian bernilai kecil, maka arus listrik yang mengalir pada rangkaian akan bernilai besar.

Hubungan antara besar tegangan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian adalah berbanding lurus. Jika sumber tegangan yang dipasang pada rangkaian bernilai besar, maka kuat arus yang mengalir pada rangkaian juga akan besar. Sebaliknya, jika sumber tegangan yang dipasang pada rangkaian bernilai kecil, maka kuat arus yang mengalir pada rangkaian juga akan bernilai kecil.

f. Pada suatu rangkaian listrik, hambatan listrik tidak hanya terdiri atas satu komponen saja, tetapi dua atau bahkan lebih, serta dapat dipasang secara seri maupun paralel seperti komponen listrik lainnya. Maka dari itu, peserta didik harus memahami cara menghitung besar hambatan pengganti dalam suatu rangkaian listrik dengan bimbingan dari guru.

g. Agar peserta didik lebih memahami konsep rangkaian hambatan, peserta didik dapat ditugasi untuk mengerjakan latihan soal tentang hambatan pengganti pada suatu rangkaian seperti pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan".

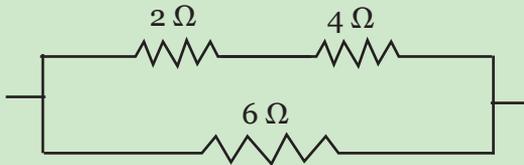
Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

a. Rangkaian hambatan 1

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega} + \frac{1}{4\ \Omega} = \frac{6+2+3}{12\ \Omega} = \frac{11}{12\ \Omega}$$

$$\mathrm{R_p} = \frac{12\ \Omega}{11} = 1{,}09\ \Omega$$

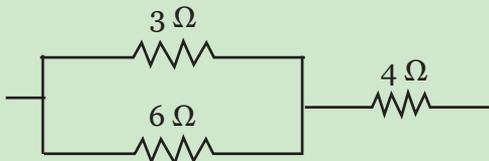
b. Rangkaian hambatan 2

$\mathrm{R_s} = 3\ \Omega + 2\ \Omega + 4\ \Omega = 9\ \Omega$

c. Rangkaian hambatan 3

$\mathrm{R_s} = 2\ \Omega + 4\ \Omega = 6\ \Omega$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega} = \frac{2}{6\ \Omega}$$

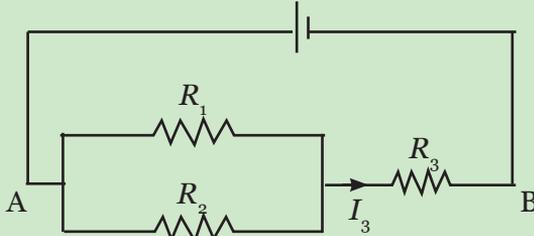
$$R_{total} = \frac{6\ \Omega}{2} = 3\ \Omega$$

d. Rangkaian hambatan 4

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{3\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega} = \frac{2+1}{6\ \Omega} = \frac{3}{6\ \Omega}$$

$$R_p = \frac{6\ \Omega}{3} = 2\ \Omega$$

$R_{total} = 2\ \Omega + 4\ \Omega = 6\ \Omega$

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

a. Hambatan total rangkaian

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{3\,\Omega} + \frac{1}{6\,\Omega} = \frac{2+1}{6\,\Omega} = \frac{3}{6\,\Omega}$$

$$R_p = \frac{6\,\Omega}{3} = 2\,\Omega$$

$R_{total} = 2\,\Omega + 2\,\Omega = 4\,\Omega$

b. Tegangan total : $V = I \times R = 3\text{ A} \times 4\,\Omega = 12$ volt

c. Arus listrik yang mengalir pada R1 : $I_1 = 2$ A

d. Arus listrik yang mengalir pada R2 : $I_2 = 1$ A

h. Peserta didik diminta menyimpulkan materi yang telah dipelajari pada pertemuan ini.

i. Pada akhir pertemuan ketiga, guru dapat menjelaskan kepada peserta didik tentang tugas proyek sebagaimana yang tertera pada Buku Siswa dan guru dapat melihat rambu-rambu tugas proyek pada bagian akhir buku guru bagian khusus bab ini.

Pertemuan 4
Materi : Sumber Arus Listrik, Sumber-sumber Energi Listrik dan Transmisi Energi Listrik

a. Pada saat membelajarkan sumber arus listrik, guru dapat membimbing peserta didik mengamati penggunaan baterai pada senter dan penggunaan listrik dari PLN untuk menyalakan lampu di rumah. Guru dapat mengajukan pertanyaan yang berguna untuk memotivasi peserta didik agar memiliki rasa ingin tahu dan belajar dengan lebih bersemangat dengan beberapa pertanyaan berikut.

1) Apakah mungkin jika senter tidak lagi dihubungkan ke baterai, tetapi dihubungkan pada stop kontak listrik di rumah?
2) Apakah lampu senter masih menyala dalam keadaan dihubungkan pada stop kontak listrik di rumah?
3) Apa keuntungan penggunaan baterai pada senter?
4) Apa beda baterai kering ABC atau Alkaline dengan baterai isi ulang Li-ion atau Ni-Cd?

b. Fokus dari pertanyaan yang diberikan adalah untuk membedakan sumber arus searah (DC) dan bolak-balik (AC), serta sumber arus primer dan sekunder. Sumber arus primer adalah sumber arus yang tidak dapat diisi ulang jika habis energinya, seperti baterai ABC dan Alkaline, sedangkan sumber arus sekunder adalah sumber arus yang dapat diisi ulang kembali bila habis energinya, seperti baterai Li-ion dan Ni-Cd.

c. Cara membelajarkan materi sumber-sumber energi listrik, peserta didik ditugasi membuat karya tulis atau presentasi menggunakan *power point*, gambar, atau media lainnya.

d. Meskipun materi transmisi energi listrik pada Buku Siswa difokuskan pada penyaluran energi listrik dari PLN ke rumah atau industri, peserta didik juga dapat dibelajarkan materi transmisi energi listrik dengan cara mengidentifikasi perubahan energi pada pelbagai peralatan listrik yang ada di sekitar peserta didik seperti lampu, televisi, radio, dan mesin pendingin (kulkas). Jika di daerah sekitar peserta didik masih belum ada listrik, guru dapat mengajak peserta didik untuk menganalisis perubahan energi pada aki/*accu*, senter, lampu kendaraan, dan sebagainya.

Pertemuan 5
Materi : Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Cara membelajarkan upaya penghematan listrik dilakukan dengan cara menghitung kebutuhan listrik rumah tangga, suatu daerah, hingga seluruh Indonesia. Setelah itu, peserta didik diminta melakukan diskusi tentang sangat terbatasnya persediaan energi listrik Indonesia atau dunia sangat terbatas. Keterbatasan itu disebabkan antara lain terbatasnya persediaan batu bara dan berbagai sumber energi lainnya. Selain itu, penggunaan sumber energi yang dapat mencemari lingkungan juga

menjadi salah satu penghambat diproduksinya energi listrik. Dengan bimbingan dari guru melalui kegiatan "Ayo, Kita Pikirkan", peserta diimbau didik agar menghemat penggunaan energi listrik sehari-hari.

b. Setelah menganalisis ketersediaan energi listrik, peserta didik diarahkan untuk menganalisis biaya pemakaian listrik dalam satu bulan dan membandingkan dengan pembayaran yang dilakukan oleh orang tua peserta didik melalui kegiatan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Selesaikan".

c. Berdasar banyaknya pemakaian listrik di rumah, peserta didik dapat diminta untuk mendiskusikan seberapa besar listrik yang diperlukan di Indonesia. Peserta didik juga dapat menganalisis besar emisi karbon yang dihasilkan melalui kegiatan yang terdapat pada fitur "Ayo, Kita Diskusikan" dengan bimbingan guru.

d. Untuk membelajarkan materi pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan, guru dapat meminta peserta didik membuat gambar atau media lainnya yang berisi imbauan mencegah bahaya penggunaan listrik.

e. Pada akhir kegiatan, peserta didik dapat diminta melakukan refleksi diri sebagaimana terdapat pada fitur "Ayo, Kita Renungkan".

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran Bab 5 Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 5 Listrik Dinamis dan Teknologi Listrik di Lingkungan

a. Kagiatan Peserta didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Menyalakan lampu dengan baterai			✓	✓		
	Baterai buah			✓	✓		
	Jenis bahan isolator dan konduktor				✓		
	Hambatan listrik pada kawat konduktor			✓	✓		
	Rangkaian lampu seri dan paralel			✓			✓
	Rangkaian baterai seri dan paralel			✓	✓		✓
	Hubungan antara kuat arus, hambatan, dan tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik		✓	✓	✓		
Ayo Diskusikan	Percobaan dan persamaan hambatan					✓	
	Pemasangan elemen listrik secara paralel				✓		
	Perhitungan biaya listrik				✓		

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo Selesaikan	Rangkaian listrik				✓		
	Perhitungan besar hambatan pada rangkaian listrik			✓			
	Perhitungan biaya pemakaian listrik				✓		
	Zat cair sebagai penghantar listrik		✓				
Tahukah kamu?	Penangkal petir			✓			
	Larutan elektrolit dan non elektrolit			✓			
	Sumber listrik baru				✓		
	Korsleting listrik		✓				
	Ilmuwan penemu lampu		✓				
	Global warming				✓		
	Efek kejut arus listrik pada tubuh manusia		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Energi listrik				✓		
Ayo, Kita Pahami	Persamaan arus listrik		✓				
Ayo Kita Kerjakan Proyek	Bel listrik sederhana						✓
Ayo, Kita Cari Tahu	Sumber energi alternatif				✓		

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi Bab 5 Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-Soal pada Uji Kompetensi Bab 5 Listrik Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari

Indikator butir soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan perubahan energi listrik pada baterai		A1				
Menunjukkan bahan konduktor yang dapat menyalakan lampu			A2			
Menghitung banyak muatan listrik			A3			
Membandingkan jumlah energi listrik dengan jumlah energi cahaya yang dihasilkan		A4				
Menghitung biaya listrik sebuah kelas dan rumah selama satu bulan				A5 B2		
Menunjukkan arus listrik pada suatu rangkaian campuran		A6 B1				
Melengkapi tabel hasil percobaan Ohm				A7		
Menyebutkan salah satu keuntungan penggunaan energi matahari		A8				
Menyebutkan yang bukan merupakan bahan bakar fosil		A9				
Menyebutkan salah satu upaya penghematan listrik			A10			
Menjelaskan keuntungan penggunaan rangkaian paralel di rumah			B3			
Menghitung besar hambatan, arus, dan tegangan listrik pada suatu rangkaian campuran				B5		
Menjelaskan upaya-upaya mencegah terjadinya bahaya penggunaan listrik		B4				

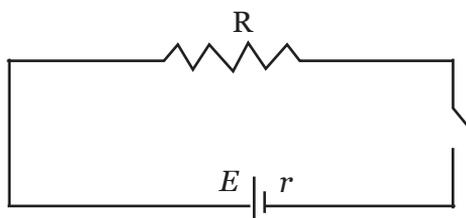
D. Materi Pengayaan

Menghitung Gaya Gerak Listrik (GGL) dan Tegangan Jepit (V) pada Rangkaian Listrik Terbuka dan Tertutup

Pada pengukuran tegangan listrik, besar tegangan yang terukur pada voltmeter saat rangkaian listrik tertutup dan terbuka ternyata menunjukkan besar nilai yang berbeda. Pada rangkaian terbuka, besar tegangan listrik biasa disebut GGL, sedangkan pada rangkaian tertutup besar tegangan listrik biasa disebut dengan tegangan jepit. Tahukah kamu apa perbedaan antara GGL dan tegangan jepit? Bagaimana cara menghitung besar GGL dan tegangan jepit?

GGL adalah beda potensial sumber tegangan sebelum mengalirkan arus listrik disimbolkan huruf E. Tegangan Jepit adalah beda potensial sumber tegangan saat arus listrik mengalir disimbolkan huruf V. GGL lebih besar daripada tegangan jepit (E > V), berarti selama arus listrik mengalir pada rangkaian ada tegangan yang hilang, ke manakah hilangnya tegangan? Tegangan yang berkurang pada saat arus mengalir bukanlah hilang, melainkan berubah menjadi kalor pada sumber tegangan.

Contoh Soal:

Perhatikan gambar berikut ini !

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 5.1 Rangkaian Listrik Terbuka

Jika arus listrik 4 ampere mengalir pada rangkaian yang dihubungkan dengan hambatan R yang besarnya 11 ohm dan diketahui hambatan dalam sumber tegangan r besarnya 1 ohm, berapakah besar GGL dan Tegangan Jepit pada rangkaian tersebut ?

Pembahasan:

Pada saat kita menghitung GGL (E), maka arus listrik belum mengalir, kita menghitung dengan rumus:

$E = I \times (R + r)$

Pada saat kita menghitung Tegangan Jepit (V), maka arus listrik sudah mengalir kita menghitung dengan rumus:

$V = I \times R$

Jawaban:

Diketahui:

I = 4 A

R = 11 ohm

r = 1 ohm

Ditanya:

a. E = ...?

b. V = ...?

Jawab:

a. $E = I \times (R + r)$

$= 4 \text{ A} \times (11 \text{ ohm} + 1 \text{ ohm})$

$= 4 \text{ A} \times 12 \text{ ohm}$
$= 48 \text{ volt}$

b. $V = I \times R$
$= 4 \text{ A} \times 11 \text{ ohm}$
$= 44 \text{ volt}$

Jadi GGL = 48 volt dan tegangan jepit = 44 volt

E. Interaksi dengan Orang Tua

Komunikasi dengan orang tua dapat menggunakan buku penghubung yang memfasilitasi komunikasi yang baik antara sekolah/guru dengan orang tua peserta didik. Buku penghubung ini juga bermanfaat membangun kerja sama pihak sekolah dengan orang tua dalam membantu keberhasilan peserta didik. Buku penghubung ini memuat hari/tgl, mata pelajaran, pokok bahasan/subpokok bahasan, bentuk tugas, tanda tangan orang tua. Contoh lembar monitoring orang tua dapat dilihat kembali pada Bagian Umum buku guru ini.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. PIlihan Ganda

1. A
2. C
3. D
4. C
5. B
6. B
7. D
8. A
9. B
10. C

2. Uraian

1. a. 2 dan 3
   b. tidak ada yang menyala
   c. 1, 2, dan 3
   d. tidak ada yang menyala

2. Biaya penggunaan listrik rumah
   $4 \times 10 \times 12 = 480$ Wh
   $1 \times 120 \times 3 = 360$ Wh
   $1 \times 400 \times 2 = 800$ Wh
   $1 \times 350 \times 1 = 350$ Wh

Total energi listrik = 480 Wh + 360 Wh + 800 Wh + 350 Wh = 1990 Wh = 1,99 kWh
Biaya penggunaan energi listrik selama satu bulan (30 hari)
1,99 × 30 × 1000 = Rp. 59.700

3. Penghematan energi listrik karena dapat mematikan peralatan listrik yang tidak digunakan tanpa harus memadamkan seluruh arus listrik dalam rumah.
4. Mencabut kabel dari stop kontak bila tidak menggunakan peralatan listrik, menghindari air dan kondisi tangan yang basah saat menyambung atau melepas sambungan kabel dengan stop kontak, serta tidak memegang lubang stop kontak atau sambungan kabel yang terbuka.
5. Jawaban hitungan

a. $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{9\ \Omega} + \frac{1}{6\ \Omega} = \frac{4+6}{36\ \Omega} = \frac{10}{36\ \Omega}$

$R_p = \frac{36\ \Omega}{10} = 3{,}6\ \Omega$

$R_{total} = 3{,}6\ \Omega + 1\ \Omega + 0{,}4\ \Omega = 5\ \Omega$

b. $I = \frac{V}{R_{total}} = \frac{10\text{ V}}{5\ \Omega} = 2\text{ A}$

c. $I_9 = \frac{V_9}{R_{total}} = \frac{10\text{ V}}{5\ \Omega} = 2\text{ A}$

Menghitung tegangan pada hambatan 9 Ω

$V_9 = V_6 = V_{paralel}$

$V_{paralel} + V_1 + V_r = V_{total} = 10\text{ volt}$

$V_1 = I_1 \times R_1 = 2 \times 1 = 2\text{ volt}$

$V_r = I_r \times R_r = 2 \times 0{,}4 = 0{,}8\text{ volt}$

$V_{paralel} + 2 + 0{,}8 = 10$

$V_{paralel} = 10 - 2 - 0{,}8 = 7{,}2\text{ volt}$

Jadi, $I_9 = \frac{7{,}2\text{ V}}{9\ \Omega} = 0{,}8\text{ A}$

d. $I_6 = \frac{V_6}{R_6} = \frac{7{,}2\text{ V}}{6\ \Omega} = 1{,}2\text{ A}$

e. $I_r = I_{seri} = I_{total} = 2\text{ A}$

f. 7,2 volt

g. 7,2 volt

h. 0,8 volt

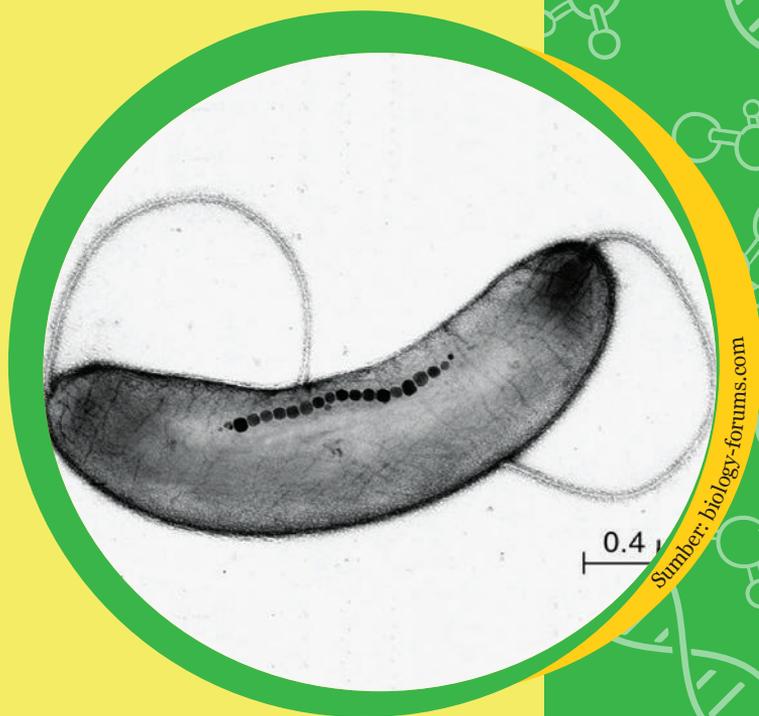
G. Tugas Proyek

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± dua minggu. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru dan meminta bimbingan guru apabila menjumpai kesulitan. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum disesuaikan dengan tugas peserta didik.

Beberapa langkah yang harus dilakukan dalam melaksanakan penilaian proyek adalah sebagai berikut.

1. Menyampaikan rubrik penilaian sebelum dilakukan penilaian kepada peserta didik.
2. Memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang kriteria penilaian.
3. Menyampaikan tugas kepada peserta didik.
4. Memberikan pemahaman yang sama kepada peserta didik tentang tugas yang harus dikerjakan.
5. Melakukan penilaian selama perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan proyek.
6. Memonitor pengerjaan proyek peserta didik dan memberikan umpan balik pada setiap tahapan pengerjaan proyek.
7. Membandingkan kinerja peserta didik dengan rubrik penilaian.
8. Memetakan kemampuan peserta didik terhadap pencapaian kompetensi minimal.
9. Mencatat hasil penilaian.
10. Memberikan umpan balik terhadap laporan yang disusun peserta didik.

6

Petunjuk Pembelajaran: Kemagnetan dan Pemanfaatannya

A. Pengantar

Bab 6 pada buku ini memuat materi kemagnetan dan pemanfaatannya. Pada bagian bab ini peserta didik akan mempelajari pemanfaatan medan magnet pada migrasi hewan, teori dasar kemagnetan, dan pemanfaatan magnet dalam produk teknologi. Guru diminta untuk membimbing peserta didik menyelidiki sifat magnet bahan, membuat magnet, menyelidiki pola medan magnet, menyelidiki besar gaya Lorentz, dan menyelidiki faktor-faktor yang memengaruhi elektromagnetik. Materi pada bab ini terdiri atas tiga bagian yaitu pemanfaatan medan magnet pada migrasi hewan, teori dasar kemagnetan, dan kemagnetan dalam produk teknologi. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi, pemecahan masalah, penyelidikan, menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 6, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat produk berupa generator sederhana. Apabila peserta didik telah selesai membuat produk, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasilnya di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.6 Menerapkan konsep kemagnetan, induksi elektromagnetik, dan pemanfaatan medan magnet dalam kehidupan sehari-hari termasuk pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi.

4.6 Membuat karya sederhana yang memanfaatkan prinsip elektromagnet dan/atau induksi elektromagnetik.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.6 dan KD 4.6.

3.6.1 Menjelaskan prinsip kemagnetan dalam tubuh hewan
3.6.2 Menjelaskan pengertian magnet
3.6.3 Membedakan feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik
3.6.4 Menyebutkan contoh feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik
3.6.5 Mengidentifikasi cara yang paling mudah untuk memisahkan serbuk besi dari pasir
3.6.6 Menjelaskan tiga cara membuat magnet
3.6.7 Menganalisis terbentuknya kutub magnet batang yang dipotong menjadi dua bagian

3.6.8 Menganalisis peristiwa yang akan terjadi pada paku yang dililiti dengan kawat berarus listrik
3.6.9 Menyebutkan alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik
3.6.10 Menjelaskan tiga cara menghilangkan sifat magnet
3.6.11 Mengidentifikasi medan magnet dari berbagai bentuk magnet
3.6.12 Menjelaskan teori kemagnetan bumi
3.6.13 Menentukan jenis magnet yang cara kerjanya memanfaatkan medan magnet bumi
3.6.14 Menghitung besar gaya Lorentz
3.6.15 Menentukan arah gaya Lorentz dengan menggunakan kaidah tangan kanan
3.6.16 Memberi contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari
3.6.17 Menjelaskan prinsip kerja contoh-contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari
3.6.18 Menjelaskan prinsip induksi elektromagnetik
3.6.19 Memberi contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari
3.6.20 Menyebutkan penyebab perbedaan arah gerak jarum galvanometer
3.6.21 Menjelaskan prinsip kerja kereta maglev
4.6.1 Membuat laporan hasil penyelidikan tentang sistem kerja sonar
4.6.2 Mempresentasikan laporan hasil penyelidikan tentang sistem kerja sonar

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya memerlukan waktu 14 jam atau 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 6 TM tersebut sebagai berikut.

Tabel 6.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Pemanfaatan medan magnet pada migrasi hewan ▪ Migrasi burung ▪ Migrasi salmon ▪ Migrasi penyu ▪ Migrasi lobster duri ▪ Magnet dalam tubuh bakteri
2	Teori dasar kemagnetan ▪ Konsep gaya magnet ▪ Teori kemagnetan bumi

Pertemuan Ke	Materi
3	Teori dasar kemagnetan ▪ Induksi magnet dan gaya Lorentz ▪ Penerapan gaya Lorentz pada motor listrik
4	Teori dasar kemagnetan ▪ Induksi elektromagnetik
5	Kemagnetan dalam produk teknologi ▪ MRI ▪ Kereta *maglev* ▪ Pembangkit listrik tenaga nuklir
6	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Magnet adalah benda yang memiliki kemampuan dapat menarik benda lain. Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik.

b. Bumi adalah magnet raksasa. Sama seperti magnet lainnya, bumi memiliki kutub utara dan selatan. Kutub utara magnet bumi berada di sekitar kutub selatan bumi, dan kutub selatan magnet bumi berada di sekitar kutub utara bumi.

c. Lobster duri, bakteri, merpati, elang, salmon, dan penyu laut memanfaatkan prinsip medan magnet bumi untuk navigasi, menghindari predator, dan mencari mangsa.

d. Gaya magnet ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik (elektron) pada benda.

e. Berdasarkan kekuatan magnet untuk menarik benda, bahan magnet dibagi menjadi tiga, yaitu feromagnetik, diamagnetik, dan paramagnetik. Feromagnetik adalah sebutan bagi benda-benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet. Contoh bahan feromagnetik adalah besi, baja, kobalt, dan nikel. Diamagnetik adalah sebutan bagi benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet. Contoh bahan diamagnetik adalah tembaga, platina, dan garam. Paramagnetik adalah sebutan bagi benda-benda yang tidak ditarik atau bahkan cenderung ditolak oleh magnet. Contoh bahan paramagnetik adalah aluminium, emas, timah, dan bismut.

f. Magnet dapat dibuat dengan cara menggosok, induksi (mendekatkan), dan induksi elektromagnetik.

g. Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti magnet dengan konduktor yang dialiri arus bolak-balik atau AC. Pada prinsipnya, sifat kemagnetan dapat dihilangkan dengan cara mengacak arah magnet elementer.

h. Induksi magnet adalah kuat medan magnet yang timbul karena adanya arus listrik yang mengaliri konduktor.

i. Interaksi kawat berarus dalam sebuah medan magnet akan menghasilkan gaya, yang disebut sebagai gaya Lorentz. Besarnya gaya Lorentz tersebut dipengaruhi oleh besarnya kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Contoh penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari adalah motor listrik, bel listrik, relai, dan telepon kawat.

j. Induksi elektromagnetik membahas tentang konsep perubahan medan magnet yang mampu menghasilkan listrik. Contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari adalah generator, dinamo AC/DC, dan transformator.

k. Transformator adalah alat yang digunakan untuk mengubah besar tegangan listrik. Berdasarkan penggunaannya, transformator dibagi menjadi dua jenis, yaitu transformator *step-down* dan transformator *step-up*. Transformator *step-down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step-up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik.

l. Perhitungan efisiensi transformator (η) yang tidak ideal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

m. Prinsip elektromagnetik diterapkan dalam teknologi sebagai pendeteksi penyakit dalam tubuh manusia tanpa melalui prosedur pembedahan atau MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), kereta *maglev*, dan pembangkit listrik tenaga nuklir.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, ataupun *Creative Problem Solving* (CPS), atau model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi : Pemanfaatan Medan Magnet pada Migrasi Hewan

a. Sebelum mengawali pembelajaran, guru menunjukkan kekuasaan Tuhan yang telah menganugerahkan kemampuan pada hewan untuk memanfaatkan medan magnet bumi untuk melakukan migrasi. Meskipun tanpa menggunakan kompas atau GPS, hewan dapat mengetahui arah yang tepat untuk bermigrasi. Berdasarkan kegiatan ini, peserta didik diharapkan lebih mengagumi kekuasaan Tuhan dalam menciptakan detail kehidupan dan keteraturannya.

b. Pada awal pembelajaran kemagnetan dalam produk teknologi, peserta didik diminta untuk menjelaskan konsep magnet berdasarkan pengalaman sehari-hari dan berdasarkan teknologi atau benda-benda yang mengandung magnet.

c. Setelah peserta didik menjabarkan konsep magnet yang telah diketahui, peserta didik dibimbing untuk menanyakan keberadaan magnet atau sifat magnet dalam tubuh makhluk hidup.

d. Peserta didik bersama dengan guru mendiskusikan konsep magnet yang digunakan untuk migrasi burung, salmon, penyu laut, lobster duri, dan bakteri. Agar peserta didik lebih memahami konsep migrasi hewan yang memanfaatkan medan magnet bumi, peserta didik ditugasi untuk mendiskusikan kegagalan migrasi ikan paus yang akhir-akhir ini marak dibahas di media massa sesuai dengan kegiatan ”Ayo, Kita Diskusikan”.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Salah satu hal yang mengganggu sensitivitas paus untuk mencari arah saat bermigrasi adalah gelombang radar dan sinyal komunikasi antarkapal laut yang mendekati atau bahkan melalui lintasan paus.

Pertemuan 2
Materi : Konsep Gaya Magnet dan Teori Kemagnetan Bumi

a. Teori dasar kemagnetan dapat diajarkan dengan cara mendemonstrasikan kegiatan mengapungkan magnet batang pada gabus di atas permukaan air untuk mengetahui bahwa magnet selalu menunjuk pada arah selatan dan utara bumi, seperti pada gambar magnet batang yang diapungkan pada Buku Siswa. Peristiwa ini sekaligus membuktikan bahwa magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan selatan. Kutub selatan magnet akan selalu menghadap ke arah kutub utara magnet bumi, sebaliknya kutub utara magnet akan selalu menghadap ke arah kutub selatan magnet bumi.

b. Agar lebih memahami interaksi kutub-kutub magnet, dapat didemonstrasikan pula dua magnet yang digantung dan diamati interaksi antarkutub-kutubnya, seperti pada gambar interaksi dua magnet pada Buku Siswa.

c. Peserta didik dan guru mendiskusikan bersama tentang konsep gaya magnet. Gaya magnet merupakan akumulasi gaya yang ditimbulkan oleh magnet elementer yang ada di setiap magnet (Perhatikan gambar magnet elementer penyusun magnet pada Buku Siswa). Magnet elementer adalah atom-atom penyusun benda yang memiliki kecenderungan membentuk sifat kemagnetan pada benda. Jika magnet-magnet elementer pada benda tersusun secara rapi sehingga menunjuk pada arah yang sama, yaitu utara dan selatan, benda tersebut akan memiliki sifat kemagnetan yang kuat (menjadi benda magnet). Sebaliknya, jika magnet-magnet elementer pada benda tersusun secara acak dan tidak menunjuk pada arah yang sama, benda tersebut tidak memiliki sifat kemagnetan (tidak menjadi benda magnet). Teratur dan tidaknya magnet-magnet elementer sangat bergantung pada spin elektron penyusun bahan. Lebih lanjut materi ini akan dibahas di SMA.

d. Setelah itu, peserta didik diminta melakukan penyelidikan sesuai dengan Aktivitas 6.1 tentang sifat magnet bahan dan mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang benda diamagnetik pada Buku Siswa. Peserta didik dapat diminta untuk berkelompok 3-5 orang dalam mengerjakan Aktivitas 6.1 dan fitur ”Ayo, Kita Diskusikan”. Peserta didik dapat diminta untuk bekerja sama dengan teman satu kelompok dalam menyelesaikan tugas. Jawaban hasil penyelidikan dapat bervariasi tergantung pada bahan yang diuji sifat kemagnetannya oleh peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.1 Sifat Magnet Bahan

No	Nama Benda	Ditarik/Ditolak	Kuat/Lemah
1	Pensil	Tidak ada reaksi	
2	Pulpen	Tidak ada reaksi	
3	Mistar besi	Ditarik	Kuat
4	Klip kertas	Ditarik	Kuat
5	Dst.		

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Benda yang dapat ditarik magnet: mistar besi, klip kertas, dst.
2. Benda yang tidak bereaksi dengan magnet: pensil, pulpen, dst.

Alternatif Kesimpulan:

1. Magnet adalah benda yang dapat menarik benda lain.
2. Kekuatan tarikan magnet terhadap benda dapat dibedakan menjadi kuat, lemah, dan tidak ditarik. Benda yang dapat ditarik magnet secara kuat dikelompokkan pada benda-benda dengan sifat feromagnetik. Benda yang dapat ditarik magnet secara lemah dikelompokkan pada benda-benda dengan sifat paramagnetik. Benda yang cenderung ditolak magnet dikelompokkan pada benda-benda dengan sifat diamagnetik.

e. Setelah mengetahui kelompok benda feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik, peserta didik diminta untuk mencoba membuat magnet dengan memanfaatkan benda-benda dengan sifat feromagnetik melalui Aktivitas 6.2. Uraian prinsip dasar pembuatan magnet dapat dilihat pada Buku Siswa.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.2 Membuat Magnet

Langkah Kerja 1
Paku pertama dapat menarik paku kedua.

Langkah Kerja 2
Paku yang dililiti kawat beratus DC akan menarik paku lainnya (berperan sebagai magnet)

Langkah Kerja 3
Paku yang telah digosokkan pada magnet akan dapat menarik paku lainnya.

Alternatif Kesimpulan:
Benda, seperti paku, dapat dijadikan magnet dengan cara didekatkan (induksi), dialiri arus listrik DC (elektromagnet), dan digosok.

f. Setelah melakukan percobaan, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil Aktivitas 6.2 dan hasil jawaban ”Ayo, Kita Diskusikan”. Peserta didik lainnya dapat bertanya atau menambahkan jawaban.

g. Guru dapat menekankan pada peserta didik tentang prinsip suatu benda dapat dijadikan magnet, yaitu dengan mengubah arah magnet elementernya menjadi searah. Berdasarkan kegiatan percobaan yang telah dilakukan, guru memperkenalkan ketiga cara pembuatan magnet, yaitu 1) menginduksikan benda terhadap magnet seperti langkah kerja 1; 2), meliliti benda dengan kawat penghantar yang dialiri arus DC (elektromagnet) seperti langkah kerja 2; 3), dan menggosokkan magnet secara searah pada benda, seperti langkah kerja 3.

h. Agar peserta didik mengetahui penerapan elektromagnet dalam kehidupan sehari-hari, peserta didik diminta untuk menyebutkan contoh benda yang menerapkan elektromagnet dan meminta peserta didik berdiskusi tentang prinsip elektromagnet yang terdapat pada benda-benda yang telah dicontohkan.

i. Dalam mempelajari cara menghilangkan kemagnetan bahan, peserta didik dapat diingatkan tentang prinsip cara pembuatan magnet. Jika magnet-magnet elementer yang terdapat pada suatu benda dibuat tidak searah atau tidak beraturan arahnya, sifat kemagnetannya akan berkurang bahkan hilang. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti benda bersifat magnet dengan kawat penghantar yang dialiri arus AC.

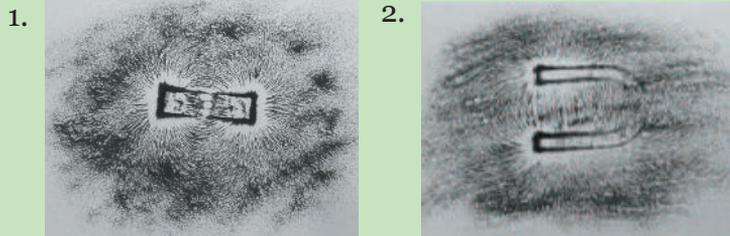
j. Selanjutnya, peserta didik dapat diminta untuk mempelajari tentang medan magnet. Guru dapat mengingatkan peserta didik tentang materi magnet bumi pada migrasi hewan yang telah dipelajari di awal bab. Kemudian, guru mengajak peserta didik untuk melakukan kegiatan mengetahui medan magnet seperti pada Aktivitas 6.3.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.3 Menyelidiki Pola Medan Magnet

Alternatif Hasil Penyelidikan:

1.

2.

Alternatif Jawaban Diskusi:

Bagian magnet yang banyak ditempeli pasir besi adalah ujung kutub utara dan kutub selatan, baik dari magnet batang maupun magnet U. Hal ini dikarenakan pada bagian tersebut pengaruh medan magnet paling besar.

Alternatif Kesimpulan:

Terdapat daerah di sekitar magnet yang terkena pengaruh gaya magnet atau disebut medan magnet.

k. Memasuki materi induksi magnet, guru menginformasikan bahwa fenomena induksi magnet mulai diketahui dari tidak terkendalinya putaran jarum kompas yang ada di kapal laut saat petir menyambar kapal. Agar lebih memahami konsep induksi magnet, peserta didik diminta melakukan kegiatan seperti yang terdapat pada Aktivitas 6.4 Menyelidiki Medan Magnet di Dekat Kawat Berarus Listrik

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.4 Menyelidiki Medan Magnet di Dekat Kawat Berarus Listrik

Alternatif Hasil Penyelidikan:

Saat kabel mulai dialiri arus listrik, maka jarum kompas mengalami penyimpangan. Hal tersebut dapat terjadi karena jarum kompas terkena induksi elektromagnetik yang ditimbulkan oleh kawat berarus.

Alternatif Kesimpulan:

Kawat berarus listrik dapat mengubah arah medan magnet di sekitar kompas. Arah medan magnet dapat dipengaruhi oleh arah arus listrik.

l. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil Aktivitas 6.4 dan peserta didik lainnya diberi kesempatan untuk bertanya atau menambahkan jawaban.

m. Ketika guru mengajarkan materi tentang teori kemagnetan bumi, peserta didik diminta mengingat materi awal tentang medan magnet pada migrasi hewan dan medan magnet yang dipelajari sebelumnya. Peserta didik diminta untuk mencari informasi tentang teori kemagnetan bumi serta manfaat kemagnetan bumi dan memahaminya.

n. Peserta didik dapat menyampaikan informasi yang diperoleh di depan kelas dan mendiskusikan bersama dengan peserta didik lain dan guru.

o. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta untuk menyampaikan kesimpulan materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 3
Materi : Induksi Magnet dan Gaya Lorentz

a. Mengawali pembelajaran tentang konsep gaya Lorentz, peserta didik dibimbing berdiskusi tentang terdapatnya keterkaitan antara arus listrik, magnet, dan gaya yang ditimbulkan. Contoh seperti pada kasus berputarnya jarum kompas saat didekatkan pada kawat berarus karena mendapatkan gaya magnet. Agar peserta didik lebih memahami konsep gaya Lorentz, peserta didik dapat diminta melakukan Aktivitas 6.5.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.5 Menentukan Besar dan Arah Gaya Lorentz

Alternatif Hasil Diskusi:

1. Semakin banyak jumlah baterai yang digunakan, semakin besar arus yang dihasilkan. Akibatnya, semakin jauh simpangan yang dialami oleh kawat.
2. Semakin banyak jumlah magnet yang digunakan, semakin besar medan magnet yang dihasilkan. Akibatnya, simpangan yang dialami oleh kawat semakin jauh.

Alternatif Kesimpulan:

Semakin besar arus listrik dan medan magnet, simpangan yang dihasilkan semakin jauh.

b. Agar peserta didik lebih memahami konsep gaya Lorentz, peserta didik dibimbing untuk memahami konsep matematis gaya Lorentz melalui kegiatan ”Ayo, Kita Pahami”, kemudian peserta didik ditugasi untuk mengerjakan soal gaya Lorentz melalui kegiatan ”Ayo, Kita Selesaikan”. Jika soal yang disajikan pada kegiatan ”Ayo, Kita Selesaikan” dianggap masih kurang, guru dapat merujuk pada soal-soal yang ada pada fitur uji kompetensi atau membuat soal sendiri dengan angka yang mudah. Pemberian angka-angka yang mudah pada soal-soal yang diberikan untuk peserta didik dimaksudkan agar peserta didik tidak terjebak pada permasalahan yang matematis.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. $F = B \times I \times L = 90\text{ T} \times (0{,}02\text{ A} \times 10^{-3}\text{ m}) \times 12 = 0{,}0216\text{ N}$
2. $B = \dfrac{F}{I \times L} = \dfrac{1\text{ N}}{5\text{ A} \times (2 \times 10^{-3}\text{ m})} = 100\text{ T}$
3. a. Arah x
   b. Arah -z

c. Cara membelajarkan materi penerapan gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari yaitu peserta didik ditugasi untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan *power point*, gambar, atau media lainnya.

d. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta untuk menyampaikan kesimpulan materi yang telah dipelajari.

e. Guru memberi tugas peserta didik untuk membuat *power point*, gambar, atau media lainnya tentang alat-alat yang menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik. Perlu ditekankan agar setiap kelompok menampilkan alat yang berbeda dengan yang ditampilkan kelompok lainnya.

Pertemuan 4
Materi : Induksi Elektromagnetik

a. Guru dapat mengajarkan konsep induksi elektromagnetik dengan menunjukkan penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari. Setelah itu, peserta didik diminta untuk menyelidiki faktor-

faktor yang memengaruhi induksi elektromagnetik dengan melakukan Aktivitas 6.6.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 6.6 Menyelidiki Peristiwa Induksi Elektromagnetik

Alternatif Hasil Diskusi:

1. Semakin banyak jumlah magnet, semakin jauh simpangan jarum galvanometer. Semakin cepat pergerakan magnet keluar masuk kumparan, semakin jauh pula simpangan jarum galvanometer.
2. Semakin banyak jumlah lilitan yang digunakan, semakin jauh simpangan jarum galvanometer.
3. Penyimpangan pada jarum galvanometer terjadi akibat perubahan medan magnet di sekitar kumparan, yang menyebabkan dihasilkannya arus listrik atau disebut dengan gaya gerak listrik induksi.
4. Apabila kutub magnet yang dimasukkan ke kumparan tetap diam di dalam kumparan, maka tidak terjadi perubahan medan magnet di sekitar kumparan. Akibatnya, tidak dihasilkan gaya gerak listrik induksi dan tidak terjadi penyimpangan jarum galvanometer.

Alternatif Kesimpulan:

Berdasarkan percobaan, faktor-faktor yang memengaruhi induksi elektromagnetik adalah jumlah magnet, banyaknya lilitan, dan kecepatan perubahan medan magnet. Gaya gerak listrik induksi yang dihasilkan semakin besar apabila jumlah magnet dan jumlah lilitan semakin banyak dan perubahan medan magnet semakin cepat.

b. Cara mengajarkan materi penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari, yaitu peserta didik diminta untuk mempresentasikan alat-alat yang menggunakan prinsip induksi elektromagnetik, baik menggunakan *power point*, gambar, atau media lainnya. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya atau memberikan tambahan informasi saat dilakukan pada saat diskusi presentasi.

c. Salah satu penerapan induksi elektromagnetik yang paling popular dalam kehidupan adalah transformator. Oleh karena itu, guru sebaiknya memberikan penekanan lebih mendalam pada konsep-konsep yang berkaitan dengan transformator, misalnya melalui penjelasan tentang cara menyalurkan listrik dari PLN ke rumah-rumah penduduk (ajak

peserta didik untuk memahami kembali konsep transmisi energi listrik pada Bab 5), atau penggunaan alat-alat yang memerlukan tegangan tidak sesuai dengan tegangan listrik rumah tangga.

d. Setelah memahami fungsi dan prinsip kerja transformator dengan baik, peserta didik dibimbing untuk memahami konsep matematis transformator melalui kegiatan ”Ayo, Kita Pahami”.

e. Peserta didik dibimbing untuk mengerjakan soal-soal tentang transformator melalui kegiatan ”Ayo, Kita Selesaikan”. Jika soal latihan transformator dirasa kurang, guru dapat menggunakan soal-soal pada uji kompetensi atau membuat soal-soal sendiri sesuai kompetensi yang diukur dengan angka-angka yang mudah. Pemberian angka-angka yang mudah pada soal-soal yang diberikan untuk peserta didik dimaksudkan agar peserta didik tidak terjebak pada permasalahan matematis yang rumit.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. $$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$$\frac{1.500}{300} = \frac{V_p}{3\text{ V}} = \frac{I_s}{4\text{ A}}$$

$$V_p = \frac{1.500}{300} \times 3\text{ V} = 15\text{ V}$$

$$I_s = \frac{1.500}{300} \times 4\text{ A} = 20\text{ mA}$$

2. $$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$= \frac{330\text{ V}}{V_s}$$

$$V_s = 330 \times \frac{40}{1.200} = 11\text{ V}$$

3. $$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{70\text{ W}}{350\text{ W}} \times 100\% = 20\%$$

f. Pada kegiatan akhir pembelajaran, peserta didik diminta untuk menyampaikan kesimpulan dari materi yang telah dipelajari. Selanjutnya, guru memberi tugas untuk membuat *power point,* gambar, atau menggunakan media lainnya tentang kemagnetan dalam produk teknologi.

Pertemuan 5
Materi : Kemagnetan dalam Produk Teknologi

a. Guru mengingatkan peserta didik tentang materi yang telah dipelajari sebelumnya dan mengaitkan dengan materi yang akan dipelajari, yaitu tentang kemagnetan dalam produk teknologi.

b. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan tugas yang diberikan guru pada pertemuan sebelumnya. Saat peserta didik mempresentasikan tugasnya, peserta didik lainnya dapat bertanya atau menambahkan informasi.

c. Guru memberikan penguatan konsep tentang materi kemagnetan dalam produk teknologi.

d. Pada akhir pembelajaran, peserta didik diminta menyampaikan kesimpulan dan materi yang telah dipelajari, serta meminta peserta didik untuk membaca dan mengisi fitur ”Ayo, Kita Renungkan”.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Sifat magnet bahan					✓	
	Pembuatan magnet	✓			✓		
	Medan magnet				✓		
	Medan magnet di dekat kawat berarus				✓		
	Gaya Lorentz				✓		
	Induksi elektromagnetik		✓		✓		
Ayo, Kita Selesaikan	Gaya Lorentz		✓	✓			
	Transformator			✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Kelistrikan pada hewan				✓		
	Benda diamagnetik		✓		✓		
Ayo, Kita Pikirkan	*Magnetic Resonance Imaging* (MRI)		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Generator sederhana						✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-Soal pada Uji Kompetensi Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya

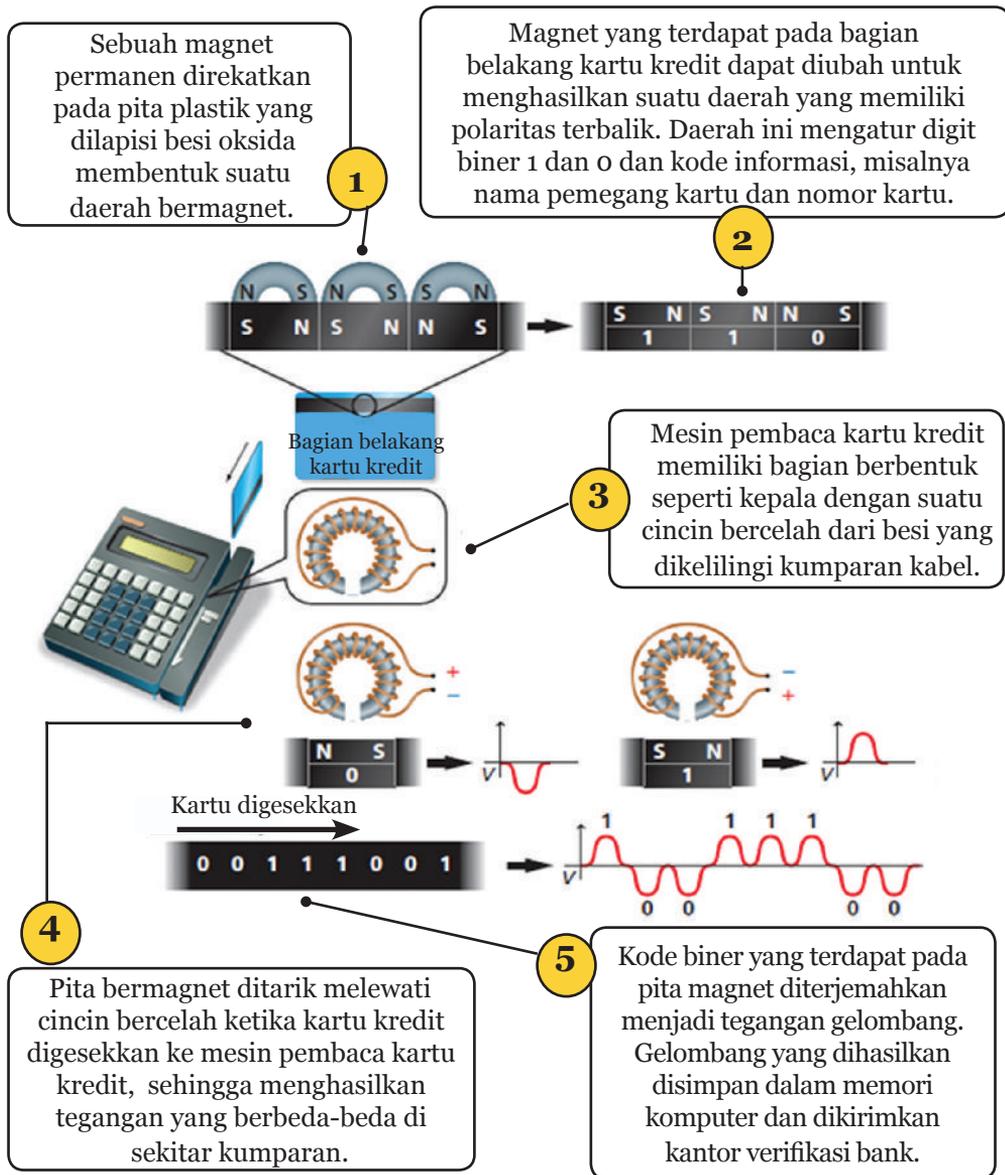
Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/ Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menentukan jenis magnet yang cara kerjanya memanfaatkan medan magnet bumi		A1				

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/ Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menganalisis terbentuknya kutub magnet batang yang dipotong menjadi dua bagian				A2, B1		
Menganalisis peristiwa yang akan terjadi pada paku yang dililiti dengan kawat berarus listrik				A3		
Menentukan cara yang paling mudah untuk memisahkan serbuk besi dari pasir			A4			
Menentukan hewan yang memanfaatkan kemagnetan bumi sebagai sistem navigasi	A5					
Menentukan jenis campuran logam yang dapat dipisahkan menggunakan magnet kuat	A6					
Menganalisis interaksi dua magnet yang didekatkan				A7, B3, B2		
Menganalisis cara menentukan kekuatan magnet				A8, B4		
Menyebutkan alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik	A9					
Menyebutkan penyebab perbedaan arah gerak jarum galvanometer		A10				
Menjelaskan prinsip kerja kereta *maglev*		B5				

D. Materi Pengayaan

Sebagai materi pengayaan pada bab kemagnetan dan pemanfaatannya, guru dapat menjelaskan manfaat induksi elektromagnetik pada kartu kredit dan membimbing peserta didik untuk melakukan penyelidikan tentang gejala kemagnetan bumi.

1. Induksi Elektromagnetik pada Kartu Kredit

Kartu kredit merupakan salah satu agen revolusi ekonomi dunia. Dengan kartu kredit, memungkinkan kita mentransfer uang secara mudah dan cepat. Pembaca kartu kredit yang bekerja dengan mengambil data dari pita magnet yang terletak pada bagian belakang kartu kredit adalah penghubung paling penting pada pentransferan uang secara elektrik. Cara kerja kartu kredit dan mesin pembaca kartu kredit sebagai berikut.

Sumber: Zitzewitz, dkk., 2005

Gambar 6.1 Cara Kerja Kartu Kredit dan Mesin Pembaca Kartu Kredit

2. Menyelidiki Gejala Kemagnetan Bumi (Kejanggalan pada Kompas)

Apa yang kamu perlukan?

1. Gelas yang penuh berisi air,
2. magnet jarum, dan
3. spidol.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Beri tanda pada gelas untuk menunjukkan arah kutub utara dan selatan bumi.
2. Isi gelas dengan air hingga penuh. Letakkan magnet jarum di atas permukaan air.
3. Amati apa yang terjadi!
4. Mengapa magnet jarum yang diapungkan tidak tepat menunjukkan ke arah kutub utara dan selatan bumi?
5. Mengapa magnet jarum yang diapungkan tidak hanya menunjuk ke arah utara dan selatan, tetapi juga ke arah bawah?

Sumber: National Geographic Channel
Gambar 6.2 Gejala Kemagnetan Bumi

E. Interaksi dengan Orang Tua

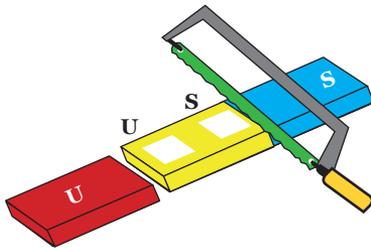
Peserta didik dapat meminta bantuan orang tua jika kesulitan untuk menentukan jenis generator yang akan dibuat. Orang tua juga dapat membantu peserta didik untuk mencari alat dan bahan yang digunakan untuk membuat generator sederhana.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. B
2. B
3. B
4. A
5. D
6. C
7. C
8. C
9. A
10. D

2. Uraian

1. Gambar kutub magnet yang terbentuk.

2. Kutub utara jarum kompas akan menunjuk pada kutub selatan magnet, sebaliknya kutub selatan jarum kompas akan menunjuk pada kutub utara magnet.
3. a. Magnet X dan Y bersentuhan karena kutub yang saling berhadapan berbeda.
   b. Magnet Y dan Z tetap terpisah karena kutub yang saling berhadapan sama.
4. Dayu memiliki dua batang logam. Dia tahu batang logam 1 merupakan magnet.
   a. Mendekatkan batang 2 ke batang 1. Caranya adalah dengan menguji ujung-ujung batang 2 ke batang 1. Jika salah satu ujung batang 2 menolak ujung batang 1, maka dapat dipastikan batang 2 adalah magnet, karena hanya kutub magnet yang sama jenisnya yang saling tolak-menolak.
   b. Gaya tolak-menolak kutub magnet yang sejenis. Gaya tarik benda tidak dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui bahwa benda tersebut magnet atau bukan karena benda feromagnetik juga akan ditarik magnet.
5. Kereta *maglev* menerapkan prinsip gaya tolak menolak magnet serta didorong dengan menggunakan motor induksi.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± tiga minggu. Pada minggu pertama, peserta didik diminta untuk mencari informasi tentang cara pembuatan generator sederhana. Kemudian, pada minggu kedua peserta didik diminta untuk menyusun perencanaan produk. Terakhir, pada minggu ketiga, peserta didik diminta untuk membuat produk dan menyusun laporan. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum disesuaikan dengan tugas peserta didik.

7
Petunjuk Pembelajaran:
Bioteknologi
Kecap
Asin
Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Materi yang disajikan pada bab 7 ini adalah bioteknologi. Materi bioteknologi disajikan dalam tiga subbab yaitu subbab pertama adalah bioteknologi dan perkembangannya, subbab kedua adalah penerapan bioteknologi dalam kehidupan, dan subbab ketiga adalah dampak penerapan dan pengembangan bioteknologi. Materi ini diajarkan melalui kegiatan pengamatan; diskusi; menganalisis data; serta mencari informasi melalui media massa, buku, lingkungan sekitar, dan internet. Setelah mempelajari seluruh bagian pada bab 7, peserta didik menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat produk bioteknologi konvensional, kemudian membuat laporan kegiatan yang membahas proses dalam pembuatan pangan yang menerapkan prinsip bioteknologi. Peserta didik juga diminta untuk mempresentasikan produk bioteknologi konvensional yang telah dibuat di depan kelas.

1. Kompetensi Dasar

3.7 Memahami konsep bioteknologi dan perannya dalam kehidupan manusia.

4.7 Membuat salah satu produk bioteknologi konvensional yang ada di lingkungan sekitar.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dijabarkan dari KD 3.7 dan 4.7.

3.7.1 Menjelaskan prinsip dasar bioteknologi.

3.7.2 Menjelaskan perbedaan prinsip dasar pengembangan bioteknologi konvensional dan modern.

3.7.3 Mengidentifikasi penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang.

3.7.4 Mengidentifikasi sumber-sumber agen bioteknologi dan produk yang dihasilkan.

3.7.5 Menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan hasil produknya.

3.7.6 Menjelaskan keuntungan dan kerugian dari penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang.

3.7.7 Menganalisis perbedaan kandungan gizi bahan baku bioteknologi dengan produk bioteknologi.

3.7.8 Menemukan solusi dalam mengatasi pencemaran lingkungan dengan menerapkan prinsip bioteknologi.

4.7.1 Menerapkan prinsip bioteknologi dalam pembuatan salah satu produk bioteknologi konvensional.

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 7 Bioteknologi diperkirakan memerlukan waktu 10 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 2 JP dan 3 JP).

Tabel 7.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke-	Materi
1	Bioteknologi dan perkembangannya Bioteknologi pangan
2	Bioteknologi pangan
3	Bioteknologi pertanian Bioteknologi peternakan Bioteknologi kesehatan Bioteknologi lingkungan Bioteknologi forensik
4	Dampak penerapan dan pengembangan bioteknologi
5	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Bioteknologi berasal dari kata bio dan teknologi. Bioteknologi merupakan pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.

b. Bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.

c. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa. Contoh, penggunaan jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan. Contoh produk bioteknologi konvensional adalah tapai, tempe, yoghurt, *nata de coco*, keju, dan kecap.

d. Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetika. Rekayasa genetika adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetik dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu. Contoh produk bioteknologi modern adalah organisme transgenik dan Protein Sel Tunggal (PST).

e. Manfaat bioteknologi bagi manusia antara lain menghasilkan bahan makanan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh, melalui rekayasa

genetika mampu menciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap hama, mengendalikan serangga perusak tanaman, dan lain-lain.

f. Dampak bioteknologi yang merugikan bagi manusia, antara lain tidak dapat mengatasi kendala alam dalam sistem budi daya tanaman misalnya hama, produk bioteknologi hasil rekayasa genetika suatu organisme dapat menyingkirkan plasma nutfah, yaitu suatu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli, dan produk makanan beralkohol menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan bila dikonsumsi.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 7 Bioteknologi, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), inkuiri*, learning cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*. Pada pertemuan sebelumnya guru dapat memberikan tugas pada peserta didik untuk mengidentifikasi berbagai jenis makanan atau minuman produk bioteknologi yang ada di lingkungan sekitar beserta mikroorganisme yang berperan dalam produksi makanan dan minuman tersebut. Tugas ini bagian dari fitur 'Ayo, Kita Cari Tahu' yang akan dibahas pada pertemuan pertama. Peserta didik diingatkan untuk melakukan identifikasi dengan teliti dan mendata hasil identifikasi dengan rinci.

Pertemuan 1
Materi: Bioteknologi dan Perkembangannya, serta Bioteknologi Pangan

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan yang telah menciptakan berbagai makhluk hidup di dunia. Setiap makhluk hidup memiliki peran dan manfaat untuk kehidupan manusia. Banyak teknologi yang dikembangkan oleh manusia untuk menciptakan produk bahan pangan baru dengan memanfaatkan makhluk hidup, misalnya bakteri atau jamur. Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk senantiasa bersyukur dengan berbagai organisme yang diciptakan oleh Tuhan.

b. Guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau menunjukkan produk makanan hasil bioteknologi misalnya kedelai dengan tempe, atau singkong dengan tapai. Peserta didik diminta untuk mengamati produk yang dibawa oleh guru.

c. Selanjutnya, peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan terkait produk bioteknologi yang dibawa oleh guru. Jika peserta didik tidak ada yang mengajukan pertanyaan, guru dapat memotivasi peserta didik untuk bertanya, misalnya guru dapat

menanyakan apakah bahan baku dari tempe dan tapai? Mengapa terjadi perubahan bentuk dan rasa dari kedua bahan makanan itu? Bagaimana proses yang terjadi sampai terbentuk makanan berupa tempe dan tapai.

d. Peserta didik diminta mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu” tentang makanan atau minuman produk bioteknologi.

e. Peserta didik diminta mempresentasikan hasil identifikasi makanan dan minuman produk bioteknologi. Peserta didik mempresentasikan hasil identifikasinya dengan penuh percaya diri di depan kelas.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Alternatif Hasil Observasi Bioteknologi Konvensional

Tabel 7.2 Berbagai Jenis Makanan atau Minuman Produk Bioteknologi

Jenis/Bahan Pangan	Bahan	Mikroorganisme
Nata de coco	Air kelapa	*Acetobacter xylium*
Kecap	Kacang kedelai	*Aspergillus oryzae*
Taoco	Kacang kedelai	*Aspergillus wentii*
Roti	Tepung	*Saccharomyces cerevisiae*
Mentega	Susu	Bakteri asam laktat
Oncom	Kacang tanah	*Monilia sitophila*
Kecap	Kedelai	*Aspergillus wentii*
Yoghurt	Susu	*Lactobacillus bulgaricus*
Keju	Susu	*Lactobacillus casei*
Tapai	Umbi ketela pohon atau beras ketan	*Saccharomyces cerevisiae*

* Peserta didik dapat mengembangkan sendiri, sesuai dengan yang telah mereka temukan di sekitar mereka.

f. Setelah peserta didik mampu melakukan identifikasi bahan pangan produk bioteknologi konvensional, guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi tentang apa itu sebenarnya bioteknologi konvensional? Diharapkan peserta didik mampu memahami bahwa bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme

sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan.

g. Guru menginformasikan kepada peserta didik bahwa mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang kadang menyebabkan penyakit pada manusia, ternyata ada yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Misalnya mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan bahan pangan baru bagi manusia. Peserta didik diajak agar lebih mensyukuri segala kenikmatan yang diberikan Tuhan Yang Mahakuasa karena segala yang diciptakan Tuhan di bumi ini pastilah memiliki manfaat.

h. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk memahami juga tentang prinsip bioteknologi modern, yaitu bioteknologi yang menggunakan prinsip biokimia, biologi molekuler, dan rekayasa genetika. Secara klasikal peserta didik diminta untuk membedakan prinsip bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern.

i. Guru memberikan penguatan konsep tentang prinsip bioteknologi konvensional dan modern.

j. Peserta didik dibimbing guru untuk melakukan dua kegiatan pada fitur "Ayo, Kita Lakukan" yaitu Aktivitas 7.1 Membuat Tapai dari Berbagai Jenis Bahan dan Aktivitas 7.2 Membuat Yoghurt. Selanjutnya, dibentuk kelompok dengan anggota 4-5 orang dan meminta peserta didik untuk duduk bersama dengan kelompoknya. Beberapa bahan yang dibutuhkan untuk kegiatan ini dapat disediakan sendiri oleh peserta didik atau disediakan oleh pihak sekolah. Apabila alat dan bahan harus dibawa sendiri oleh peserta didik, guru harus memberitahukan pada pertemuan sebelumnya. Guru juga dapat mengingatkan peserta didik agar bekerja sama dengan kelompoknya, teliti dalam melakukan pengamatan, serta kritis dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan diskusi pada masing-masing aktivitas.

k. Setiap kelompok dapat melakukan kedua aktivitas membuat tapai dan yoghurt. Dapat pula dalam satu kelas, guru menentukan kelompok yang membuat tapai dan menentukan kelompok yang membuat yoghurt agar kedua kegiatan praktikum dapat berjalan efektif.

l. Pada pertemuan ini, peserta didik melakukan kegiatan sesuai dengan prosedur pada Aktivitas 7.1 dan Aktivitas 7.2. Proses pengambilan data dapat dilakukan pada hari berikutnya karena dalam pembuatan tapai dan yoghurt membutuhkan proses fermentasi.

m. Setelah menyelesaikan Aktivitas 7.1 dan Aktivitas 7.2, peserta didik diminta untuk menalar tentang prinsip dasar bioteknologi, yaitu sebuah proses yang memanfaatkan makhluk hidup untuk menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia, misalnya saja pada pembuatan

tapai yang telah dilakukan, dalam prosesnya memanfaatkan peran jamur dalam ragi. Guru menunjukkan bahwa pembuatan makanan dengan menerapkan prinsip bioteknologi mudah untuk dilakukan, bahkan sering kali peserta didik mengonsumsi bahan pangan sehari-hari yang merupakan produk bioteknologi.

n. Sebelum mengakhiri kegiatan pembelajaran, guru perlu menginformasikan kepada peserta didik tentang proses pengumpulan data yang dilakukan pada hari berikutnya yang dapat dilakukan secara mandiri serta menugasi peserta didik untuk mengerjakan pertanyaan diskusi yang ada pada Aktivitas 7.1 dan 7.2. Hasil pengamatan pembuatan tapai dan yoghurt akan didiskusikan pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 2
Materi: Bioteknologi Pangan

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengingatkan kembali beberapa hal terkait dengan proses pembuatan tapai dan yoghurt yang telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya.

b. Guru dapat membuat tabel hasil pengamatan pada papan tulis untuk dapat merangkum seluruh hasil pengamatan masing-masing kelompok.

c. Selanjutnya, peserta didik dibimbing guru untuk mendiskusikan bersama kelompoknya hasil pembuatan tapai dan yoghurt dan beberapa pertanyaan yang ada pada Aktivitas 7.1 dan Aktivitas 7.2. Guru mengingatkan peserta didik untuk aktif berdiskusi saling bekerja sama dengan kelompoknya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.1 Membuat Tapai dari Berbagai Jenis Bahan

Alternatif Data Hasil Pengamatan

Tabel 7.2 Data Pengamatan Pembuatan Tapai

Bahan	Sebelum Diberi Ragi		Setelah Menjadi Tapai	
	Tekstur	Rasa	Tekstur	Rasa
Singkong	Keras	Tawar	Lebih lunak berair	Manis agak asam
Ketan	Keras	Tawar	Lebih lunak berair	Manis agak asam

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ragi merupakan jamur yang berperan dalam melakukan fermentasi, Selama pembuatan tapai, terjadi fermentasi amilum menjadi glukosa, kemudian glukosa diubah menjadi alkohol, bila terlalu lama alkohol akan berubah menjadi cuka yang terjadi karena kerja enzim-enzim pada sel-sel ragi.
2. Karena bila ragi ditaburkan pada saat bahan panas, sel-sel ragi akan mati atau rusak, sehingga tidak dapat melakukan fermentasi pada singkong. Jika ragi tidak tersebar merata, fermentasi tapai tidak terjadi secara merata pada singkong.
3. Dalam pembuatan tapai, wadah harus ditutup agar mikroorganisme yang berperan dalam proses fermentasi dapat bekerja dengan baik dalam memecah amilum menjadi glukosa dan alkohol. Proses fermentasi tapai tidak membutuhkan oksigen atau berlangsung secara anaerob. Apabila terdapat oksigen, proses ini akan terganggu. Oleh karena itu, dalam pembuatan tapai wadah harus ditutup.
4. Pada pembuatan tapai terjadi perubahan tekstur, aroma, dan rasa karena telah terjadi proses fermentasi, yaitu proses pemecahan atau hidrolisis pati menjadi glukosa secara anaerob oleh beberapa mikroorganisme.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 7.2 Membuat Yoghurt

Alternatif Jawaban Diskusi

1. Pada pembuatan yoghurt susu harus dididihkan terlebih dahulu agar bakteri-bakteri kontaminan yang ada pada susu mati dan protein susu terdenaturasi.
2. Bakteri yang terdapat pada yakult: *Lactobacillus casei*.
3. Bakteri yang terdapat pada biokult: *Streptococcus thermophillus, Lactobacillus bulgaricus, Lacidophilus,* dan *Bifidobacterium*.
4. Tekstur susu encer dan rasanya tetap susu atau tidak asam. Sementara itu, tekstur yoghurt kental dan rasanya asam.
5. Bakteri-bakteri tersebut berfungsi mengubah laktosa yang terkandung dalam susu menjadi asam laktat, sehingga yoghurt

berasa asam. Selain itu, adanya asam laktat yang dihasilkan bakteri akan menurunkan pH yang mengakibatkan terjadinya denaturasi protein dan pelepasan kalsium dan fosfat dari kasein susu. Oleh karena itu, tekstur susu yang encer berubah menjadi kental.

d. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya di depan kelas dan memberikan kesempatan pada peserta didik lainnya untuk menanggapi.

e. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya kepada peserta didik yang sedang presentasi terkait materi yang sedang dipresentasikan.

f. Setelah mendiskusikan hasil Aktivitas 7.1 dan 7.2, guru dapat mengajak peserta didik untuk membaca dan memahami produk pangan hasil bioteknologi yang lainnya seperti keju, kecap, roti, minuman beralkohol, dan tempe.

g. Pada saat membahas tempe, guru dapat bertanya kepada peserta didik, apakah kandungan gizi pada tempe sama dengan kandungan gizi pada kedelai? Guru membimbing peserta didik berdiskusi secara kelompok untuk menganalisis perbedaan nilai gizi produk bioteknologi seperti tempe dengan nilai gizi kedelai seperti pada fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang nilai gizi kedelai dan tempe. Guru mengingatkan peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya secara aktif dan tertib serta peserta didik dapat bertanya apabila mengalami kesulitan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Kedua makanan itu sama-sama baik untuk dikonsumsi oleh tubuh. Kedelai memiliki nilai gizi yang tinggi sehingga sangat baik untuk tubuh, sementara tempe juga sangat baik dikonsumsi karena tempe akan mudah dicerna oleh tubuh.
2. Mikroorganisme yang membantu proses fermentasi dalam pembuatan tempe adalah jamur *Rhizopus oryzae*.
3. Terdapat perbedaan antara kandungan gizi pada kedelai dan tempe. Proses pembuatan tempe dilakukan dengan memfermentasikan kacang kedelai dengan ragi tempe, yang mengandung jamur *Rhizopus oryzae*. Jamur akan menghidrolisis senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh tubuh. Apabila sudah melewati proses fermentasi, biji kedelai tersebut akan menjadi padat dan menempel satu sama lainnya.

h. Selanjutnya, peserta didik bersama kelompoknya diminta untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu” tentang *Nata de Coco*. Kemudian, peserta didik mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya atau menambahi informasi hasil diskusi kelompoknya masing-masing.
i. Peserta didik diarahkan agar memahami bahwa melalui proses fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme dalam bioteknologi konvensional, dapat menciptakan bahan pangan yang memiliki manfaat bagi tubuh. Guru selanjutnya mengingatkan peserta didik untuk senantiasa bersyukur kepada Tuhan atas segala ciptaan-Nya, yang dapat bermanfaat bagi kehidupan.
j. Guru memberikan penguatan konsep jika masih ada konsep yang belum benar. Selanjutnya, peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya tentang materi yang belum dipahami.
k. Sebelum mengakhiri pembelajaran, peserta didik diberi tugas secara berkelompok untuk mencari penerapan bioteknologi pada berbagai bidang selain dalam bidang pangan dan dipresentasikan pada pertemuan selanjutnya. Guru dapat membagi peserta didik dalam beberapa kelompok untuk mencari informasi tentang bioteknologi dalam berbagai bidang. Tiap-tiap kelompok harus mencari informasi yang berbeda.

Pertemuan 3
Materi: Penerapan Bioteknologi dalam Kehidupan dalam Bidang Pertanian, Peternakan, Kesehatan, Lingkungan, dan Forensik

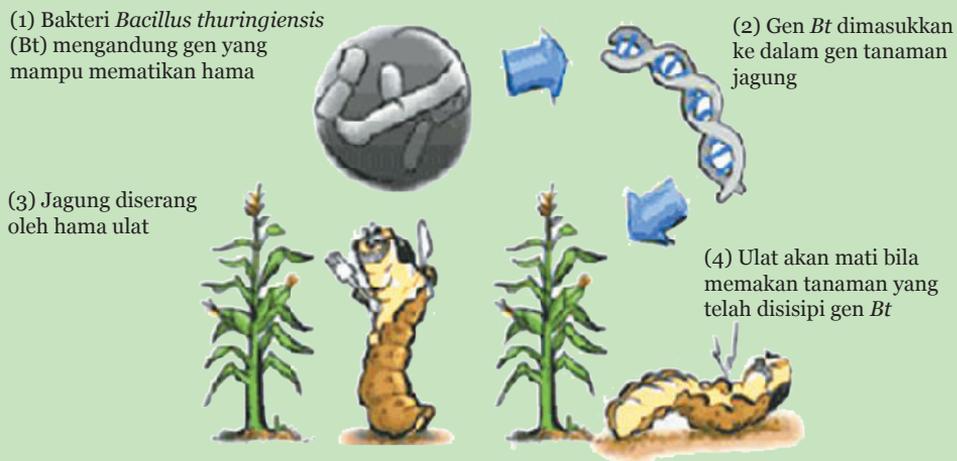
a. Guru mengingatkan kembali pembelajaran yang telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya yaitu tentang prinsip bioteknologi konvensional dan modern.
b. Guru mengingatkan peserta didik tentang tugas yang diberikan pada pertemuan sebelumnya yaitu mencari informasi tentang penerapan bioteknologi dalam berbagai bidang selain bidang pangan yang telah dibahas pada pertemuan sebelumnya.
c. Peserta didik secara bergantian diminta untuk mempresentasikan informasi yang telah didapatkan. Guru mengingatkan peserta didik agar melakukan presentasi dengan penuh percaya diri. Presentasi dilakukan secara bergantian sesuai subbab yaitu bidang pertanian, peternakan, kesehatan, dan forensik.
d. Peserta didik yang tidak berpresentasi, diberi kesempatan untuk bertanya kepada peserta didik yang sedang presentasi.
e. Guru memberi penguatan konsep jika ada konsep yang belum sepenuhnya dipahami peserta didik. Kemudian, guru memberikan

kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya terkait materi yang belum dipahami.

f. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk berkelompok 3-4 orang, kemudian guru membimbing peserta didik untuk mendiskusikan beberapa pertanyaan pada fitur 'Ayo, Kita Diskusikan' tentang jagung transgenik. Guru juga meminta peserta didik untuk mendiskusikan permasalahan yang ada pada fitur 'Ayo, Kita Selesaikan' tentang biogas. Guru mengingatkan peserta didik untuk melakukan diskusi dengan tertib dan kritis. Apabila mengalami kesulitan, peserta didik diimbau untuk bertanya kepada guru.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Jagung dengan sifat tahan hama dibuat dengan memanfaatkan teknik rekayasa genetika. Rekayasa genetika merupakan suatu kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA rekombinan melalui penyisipan gen. DNA rekombinan adalah DNA yang urutannya telah direkombinasikan agar memiliki sifat-sifat atau fungsi yang kita inginkan sehingga organisme penerimanya mengekspresikan sifat atau melakukan fungsi yang kita inginkan. Penyisipan gen pada suatu tanaman membutuhkan proses yang sulit dan panjang. Untuk menyisipkan sebuah gen pada sel tumbuhan, kita membutuhkan vektor tertentu. Vektor adalah organisme yang berfungsi sebagai kendaraan pembawa materi genetik yang akan disisipkan. Sel tumbuhan tidak memiliki plasmid seperti bakteri sehingga pilihan vektor yang berpotensi untuk memasukkan gen ke dalam sel tanaman juga terbatas. Vektor terbaik untuk menyisipkan gen pada tanaman adalah *Agrobacterium tumefaciens*. Hal ini karena bakteri tersebut memiliki Ti-plasmid (*Tumor Inducing Plasmid*) yang dapat berintegrasi ke dalam DNA tumbuhan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menyisipkan gen pada suatu sel tanaman.
   a. Ti-plasmid yang terdapat pada bakteri *Agrobacterium* dikeluarkan dari sel bakteri *Agrobacterium,* kemudian dipotong dengan menggunakan enzim endonuklease restriksi.
   b. DNA pengode protein (gen) yang diinginkan diisolasi dari organisme tertentu.
   c. Gen yang diinginkan disisipkan pada plasmid. Penyisipan gen pada plasmid dibantu enzim ligase.
   d. Plasmid yang sudah disisipi gen, selanjutnya dimasukkan kembali ke dalam bakteri *Agrobacterium*.

e. Plasmid yang sudah tersisipi gen, akan terduplikasi pada bakteri *Agrobacterium*.
f. Selanjutnya, bakteri dapat dimasukkan ke dalam sel tanaman dan mentransfer gen.
g. Kemudian, sel tanaman akan membelah. Tiap-tiap sel anak akan memperoleh gen baru dalam kromosom dari sel tanaman dan membentuk sifat/karakteristik yang baru (yang sesuai dengan gen yang disisipkan).

Sumber: majalah1000guru.net

Gambar 7.1 Tahapan Pembuatan Jagung Tahan Hama

2. Jagung transgenik lebih tahan hama dibandingkan dengan jagung biasa karena pada tanaman jagung tahan hama disisipi gen yang mampu menghasilkan racun bagi hama. Oleh karena itu, ketika ada hama yang memakan bagian tanaman jagung, hama akan mati.
3. Manfaat dikembangkannya jagung tahan hama antara lain meningkatkan kualitas jagung, karena jagung menjadi tahan hama. Teknik transgenik juga perlu dikembangkan untuk mengembangkan berbagai produk pangan yang memiliki kualitas unggul.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Biogas termasuk salah satu produk bioteknologi dalam bidang lingkungan. Pada pembuatan biogas melibatkan bakteri anaerob (bakteri yang hidup di lingkungan tanpa oksigen) yang akan melakukan proses

fermentasi bahan-bahan organik. Bakteri anaerob bekerja dengan cara mengubah zat organik menjadi gas metana (CH_4) sebesar 75%, dan sisanya adalah gas karbon dioksida, hidrogen, serta hidrogen sulfida.

g. Setelah peserta didik selesai berdiskusi dengan kelompoknya, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas dan peserta didik lainnya diminta untuk menanggapi (mengajukan pertanyaan ataupun sanggahan).

h. Guru memberi penguatan konsep apabila masih ada konsep yang belum sepenuhnya dipahami peserta didik.

i. Setelah memahami penerapan bioteknologi pada berbagai bidang, peserta didik diajak untuk senantiasa mengagumi dan bersyukur kepada Tuhan dengan segala macam ciptaan-Nya karena manusia memiliki akal dan kepandaian sehingga dapat mengembangkan teknologi untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia.

j. Selanjutnya, guru memberi tugas kepada peserta didik untuk pertemuan selanjutnya, yaitu mencari informasi tentang dampak penerapan dan pengembangan bioteknologi bagi kehidupan. Kemudian, guru mengakhiri pembelajaran.

Pertemuan 4
Materi: Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi

a. Pembelajaran diawali dengan menggali pengetahuan awal peserta didik tentang bioteknologi konvensional dan modern yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya. Kemudian, guru mengaitkan dengan materi yang akan dipelajari pada pertemuan kali ini yakni keuntungan dan kerugian penerapan bioteknologi.

b. Guru memotivasi peserta didik dengan menampilkan gambar tanaman atau hewan transgenik seperti semangka tanpa biji, benih padi unggul, jagung bisi 2, dan lainnya disesuaikan dengan tanaman atau hewan transgenik yang ada di daerah masing-masing. Guru meminta peserta didik untuk mengamati gambar tanaman atau hewan transgenik yang telah ditampilkan.

c. Peserta didik selanjutnya dimotivasi untuk mengajukan pertanyaan terkait gambar yang telah ditampilkan. Diusahakan pertanyaan peserta didik diarahkan pada dampak adanya tanaman atau hewan transgenik tersebut.

d. Peserta didik diminta untuk berkelompok 3-4 orang. Selanjutnya, peserta didik dibimbing untuk melakukan diskusi tentang salah satu dampak penerapan bioteknologi pada kegiatan ‘Ayo, Kita Diskusikan’

tentang dampak limbah tempe dan 'Ayo, Kita Pikirkan' tentang tanaman transgenik. Guru membimbing peserta didik dalam melakukan diskusi mengenai dampak penerapan bioteknologi bagi manusia, selain berbagai manfaat yang ada. Pada kegiatan ini guru mengingatkan peserta didik untuk melakukan diskusi dengan tertib dan lancar, serta mengimbau peserta didik apabila mengalami kesulitan, dipersilakan bertanya pada guru.

e. Setelah selesai melakukan diskusi, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Guru mengingatkan peserta didik agar melakukan presentasi dengan penuh percaya diri.

Ayo, Kita Diskusikan

1. Limbah yang dihasilkan pabrik tempe menyebabkan sampah bagi lingkungan dan menumpuk di daerah-daerah sungai sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan.
2. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi keberadaan limbah pembuatan tempe di antaranya adalah dengan melakukan daur ulang sebagai upaya mengurangi limbah, misalnya dengan memanfaatkannya menjadi bahan pangan ternak atau dapat juga dipakai sebagai alternatif bahan makanan baru misalnya digunakan sebagai tempe *menjes* seperti yang ada di daerah Jawa Timur.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Hama pemakan tanaman transgenik lama-lama dapat punah karena banyak yang mati akibat makan tanaman transgenik yang bersifat racun. Kepunahan hama ini akan mengganggu ekosistem alami lingkungan pertanian tersebut dan berpotensi mengurangi keanekaragaman hayati.

f. Setelah selesai berdiskusi, peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk berpresentasi dengan penuh percaya diri.

g. Selanjutnya, peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya terkait materi yang belum dipahami. Kemudian, guru memberi penguatan konsep apabila masih ada konsep yang belum sepenuhnya dipahami oleh peserta didik.

h. Setelah membahas beberapa dampak bioteknologi, guru dapat mengingatkan peserta didik untuk dapat memilih produk-produk bioteknologi dengan cermat serta menerapkan prinsip-prinsip bioteknologi dengan bijaksana dan memperhatikan kelestarian lingkungan.

i. Guru mengakhiri kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk membaca "Ayo, Kita Renungkan" dan menjawab sejumlah pertanyaan reflektif di dalamnya. Selain itu, peserta didik juga diingatkan agar mempelajari materi bab 7 kembali untuk persiapan ulangan harian pada pertemuan selanjutnya.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab bioteknologi dapat dilihat pada Tabel 7.4.

Tabel 7.4 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 7 Bioteknologi

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Pembuatan tapai				✓		
	Pembuatan yoghurt	✓	✓	✓	✓		
Ayo, Kita Selesaikan	Biogas sebagai produk bioteknologi				✓		

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Diskusikan	Perbandingan nilai gizi produk bioteknologi				✓		
	Pembuatan jagung transgenik		✓	✓	✓		
	Dampak limbah tempe bagi lingkungan				✓		✓
Ayo, Kita Cari Tahu	Bahan pangan bioteknologi			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Dampak penerapan bioteknologi terhadap hama tanaman transgenik					✓	
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Pembuatan bahan pangan berdasarkan prinsip bioteknologi konvensional					✓	✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab bioteknologi dapat dilihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-Soal pada Uji Kompetensi Bab 7 Bioteknologi

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mendeskripsikan prinsip kerja bioteknologi			A1, A3, A2			
Membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern		A6	A5			
Mendeskripsikan contoh produk bioteknologi konvensional	A4, B3			A1		
Mendeskripsikan contoh produk bioteknologi modern		B2		B5		
Menjelaskan prinsip rekayasa genetika dan hasil produknya		A10	A9			

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi keuntungan dan kerugian penerapan bioteknologi			A7	A8. B4		

D. Materi Pengayaan

Rekayasa Buah Tanpa Biji

Buah-buahan tanpa biji yang biasa kita temukan adalah jeruk, semangka, tomat, dan terung. Buah tanpa biji dapat diperoleh melalui persilangan ataupun aplikasi zat pengatur tumbuh atau hormon. Namun, kedua teknik tersebut memiliki kelemahan. Rekayasa buah tanpa biji secara modern dapat menggunakan teknik kultur *in vitro* (kultur jaringan) dan rekayasa genetika.

Sumber: www.scribd.com

Gambar 7.2 Buah Jeruk dan Semangka Tanpa Biji serta Terung dan Tomat Tanpa Biji Hasil Rekayasa Genetika

Secara alami, biji sebenarnya diperlukan tanaman untuk berkembang biak, terutama bagi tanaman yang tidak dapat diperbanyak secara vegetatif. Biji biasanya terlindung di dalam buah. Biji merupakan sumber hormon (auksin) yang diperlukan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan buah. Namun, pada beberapa jenis buah-buahan, biji terkadang mengganggu dan tidak diinginkan karena merepotkan pada saat buah dikonsumsi. Di alam, buah tanpa biji sudah ada, tetapi terbatas jenisnya, seperti pisang.

Para petani buah sudah lama memikirkan dan mencari cara untuk menghilangkan biji pada beberapa buah-buahan. Hasilnya, kini tersedia beberapa buah-buahan tanpa biji, seperti jeruk, semangka, tomat, dan

terung. Para petani berhasil menciptakan buah tanpa biji melalui persilangan ataupun aplikasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Persilangan antara tanaman diploid (2n) dan tetraploid (4n) menghasilkan tanaman triploid (3n) yang biasanya tanpa biji. Cara lain adalah melalui aplikasi ZPT (auksin atau giberelin) pada kuncup bunga. Fungsi ZPT di sini adalah sebagai pengganti biji dalam memenuhi kebutuhan auksin pada proses pembentukan buah, sehingga bunga dapat berkembang menjadi buah tanpa adanya biji. Namun, cara ini kurang praktis dan tidak permanen sifatnya, karena hanya kuncup bunga yang disemprot auksin saja yang akan menghasilkan buah tanpa biji. Cara ini juga memerlukan tenaga dan biaya yang mahal apabila diterapkan pada areal yang luas.

Teknik persilangan lebih praktis dan permanen jika telah berhasil memperoleh tanaman triploid. Namun, kendalanya adalah sulit memperoleh induk tetraploidnya. Rekayasa buah tanpa biji secara modern dapat dilakukan melalui teknik kultur *in vitro* (kultur jaringan) dan rekayasa genetika. Teknik kultur jaringan kini mulai banyak dicoba para peneliti untuk menghasilkan tanaman triploid melalui kultur endosperma. Rekayasa genetika buah tanpa biji dilakukan dengan cara menyisipkan gen partenokarpi ke dalam kromosom tanaman target. Salah satu contoh gen partenokarpi adalah gen *DefH9-iaaM* yang dihasilkan oleh Dr. Rotino dari Montanazo Italia. Gen ini menghasilkan senyawa yang mampu menggantikan peran biji pada proses pembentukan buah sehingga tanaman dapat menghasilkan buah tanpa biji. Gen ini sudah pernah berhasil dicoba pada tanaman tembakau, terung, tomat, melon, semangka, dan rasberi.

E. Interaksi dengan Orang Tua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu pada Aktivitas 7.1 orang tua dapat membantu peserta didik pada saat peserta didik mempersiapkan bahan yang dibutuhkan untuk praktik dalam pembuatan produk bioteknologi.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. C
2. D
3. D
4. D
5. C

6. B
7. C
8. D
9. D
10. B

2. Uraian

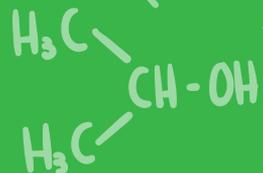
1. Selama proses fermentasi, kedelai akan mengalami perubahan baik fisik maupun kimianya. Protein kedelai dengan adanya aktivitas proteolitik kapang akan diuraikan menjadi asam amino-asam amino, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan. Dengan adanya peningkatan nitrogen terlarut, maka pH juga akan mengalami peningkatan. Nilai pH untuk tempe yang baik berkisar antara 6,3 sampai 6,5. Kedelai yang telah difermentasi menjadi tempe akan lebih mudah dicerna. Selama proses fermentasi, karbohidrat dan protein akan dipecah oleh kapang menjadi bagian-bagian yang lebih mudah dicerna.
2. Kloning dilakukan dengan mengambil sel tubuh domba, misalnya sel kulitnya (sebut *domba a*). Lalu, sang ilmuwan mengambil sel telur dari domba lain (kita sebut *domba b*). Sel kulit *domba a* diambil inti selnya saja dan sel telur *domba b* dihilangkan inti selnya. Inti sel *domba a* disuntikkan ke dalam sel telur *domba b*, selanjutnya sel tersebut akan berkembang layaknya embrio dan diimplantasikan atau ditanam di rahim domba lain (*domba c*). Setelahnya, akan lahir domba yang mirip dan identik dengan *domba a*.
3. Bahan pangan hasil bioteknologi yang sering ditemukan adalah tempe, tapai, yoghurt, keju, *nata de coco*, dan kecap.
4. Dampak negatif dari penggunaan bioteknologi adalah munculnya alergi pada saat mengonsumsi bahan makanan hasil rekayasa genetika, limbah dari proses pembuatan produk bioteknologi, dan produk minuman beralkohol menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Dampak tersebut berupa kebiasaan meminum minuman beralkohol sehingga menyebabkan mabuk dan merusak kesehatan.
5. Transgenik perlu dikembangkan untuk menghasilkan keturunan yang memiliki kualitas yang unggul dan tahan hama.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama dua minggu. Tugas dikerjakan mulai pada pertengahan bab, setelah peserta didik memahami konsep prinsip dasar bioteknologi dan sudah mampu mengidentifikasi produk-produk makanan hasil bioteknologi. Sebelum peserta didik melakukan observasi ke pabrik-pabrik, setiap kelompok melaporkan terlebih dahulu pada guru produk makanan yang akan diobservasi agar antarkelompok berbeda-beda produk pangan yang diobservasi. Setelah melakukan observasi, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Beri tugas peserta didik untuk membuat poster sebagai laporan hasil observasi. Sebaiknya guru mengarahkan dengan memberikan banyak gambar proses agar lebih menarik dan mudah dipahami. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum disesuaikan dengan tugas peserta didik.

8

Petunjuk Pembelajaran: Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 8 pada buku ini memuat materi tentang partikel penyusun benda dan makhluk hidup. Pada bagian awal materi dimulai dengan mengingatkan peserta didik tentang fotosintesis yang menjelaskan bahwa gas karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O) digunakan sebagai bahan untuk menghasilkan glukosa. Pada bagian awal juga dijelaskan secara singkat unsur-unsur penyusun klorofil. Pada bagian ini peserta didik diarahkan dapat mengidentifikasi bahwa benda atau zat-zat yang ada di alam tersusun atas molekul-molekul dan molekul itu terdiri atas atom-atom. Atom-atom dapat berikatan satu sama lain membentuk senyawa baru. Setelah pendahuluan tersebut, peserta didik akan belajar lebih dalam tentang 1) molekul dalam benda dan makhluk hidup, 2) atom dan partikel penyusunnya, 3) prinsip pembentukan molekul, dan 4) sifat zat dan hubungannya dengan partikel penyusun dan strukturnya. Pembelajaran dilakukan melalui kegiatan praktikum, diskusi, dan investigasi. Kegiatan proyek dilakukan agar peserta didik dapat mengidentifikasi sifat bahan dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan investigasi atau penyelidikan terhadap benda-benda di lingkungan sekitar peserta didik.

1. Kompetensi Dasar

3.8 Menghubungkan konsep partikel materi (atom ion, dan molekul), struktur zat sederhana dengan sifat bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, serta dampak penggunaannya terhadap kesehatan manusia.

4.8 Menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat dan pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.8 dan KD 4.8.

3.8.1 Menjelaskan partikel penyusun benda dan tubuh makhluk hidup

3.8.2 Menjelaskan atom dan partikel-partikel penyusun atom

3.8.3 Menjelaskan teori perkembangan atom

3.8.4 Menghubungkan proton, neutron, dan elektron dalam atom melalui nomor atom dan nomor massa

3.8.5 Menjelaskan terbentuknya ion

3.8.6 Menganalisis pentingnya fungsi ion dalam tubuh manusia

3.8.7 Menjelaskan proses pembentukan ikatan kovalen

4.8.1 Mengidentifikasi unsur melalui percobaan uji nyala

4.8.2 Membuat model atom tertentu berdasarkan teori atom Bohr

4.8.3 Mengidentifikasi sifat zat dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari

4.8.4 Menyajikan hasil identifikasi sifat zat dan pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 8 Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup memerlukan waktu 12-13 jam atau 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP). Pengorganisasian 4 TM tersebut sebagai berikut.

Tabel 8.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Partikel dalam benda dan makhluk hidup
2	Atom dan partikel penyusunnya ▪ Partikel subatom ▪ Nomor atom dan nomor massa
3	Prinsip pembentukan molekul dan ion ▪ Konfigurasi elektron ▪ Ion dan ikatan ion ▪ Identifikasi unsur
4	Sifat zat dan hubungannya dengan partikel penyusun dan strukturnya ▪ Sifat fisika dan sifat kimia zat serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari
5	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Materi yang ada di sekitar kita tersusun atas molekul-molekul yang mempunyai rumus kimia tertentu. Perbandingan jumlah atom dalam suatu molekul adalah tertentu dan tetap. Perbedaan susunan molekul dalam zat serta perbedaan jenis ikatan menyebabkan zat-zat mempunyai sifat yang berbeda.

b. Identifikasi suatu materi mengandung unsur-unsur yang berbeda dapat dilakukan dengan uji bakar atau uji nyala bahan. Bahan yang dibakar akan menghasilkan bau yang berbeda. Bahan yang dipanaskan dapat menghasilkan nyala yang berbeda-beda.

c. Teori atom telah berkembang sejak ratusan tahun mulai dari konsep atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan mekanika gelombang. Adanya perubahan teori karena ditemukan data yang baru berdasarkan hasil penelitian. Teori yang lebih baru dan dapat diterima adalah teori yang paling tepat menjelaskan fakta yang ada. Pada saat ini digunakan teori atom mekanika gelombang. Namun karena sulit dipahami untuk peserta didik SMP, cukup dipahamkan berdasar teori atom Bohr.
d. Partikel penyusun atom terdiri atas elektron yang mengelilingi inti pada orbitnya, proton dan neutron berada di pusat inti. Massa atom berpusat pada inti (tersusun atas proton dan neutron)
e. Elektron dalam atom mengelilingi inti pada kulit-kulit atom. Tiap-tiap kulit atom dapat ditempati oleh elektron dalam jumlah tertentu. Misalnya kulit K=2, L=8, M=18.
f. Unsur-unsur gas mulia adalah unsur-unsur stabil di alam. Dari susunan elektronnya, gas mulia mempunyai 2 atau 8 elektron pada kulit terluarnya. Oleh sebab itu, untuk memperoleh kestabilannya, atom-atom dapat melepaskan atau menerima elektron agar jumlah elektron pada kulit terluarnya berjumlah 2 atau 8.
g. Agar dapat mencapai kestabilan, atom-atom dapat melepaskan dan menerima elektron sehingga membentuk ion positif dan ion negatif. Kedua ion ini tarik menarik membentuk ikatan ion. Senyawa yang mempunyai ikatan ion disebut senyawa ionik.
h. Atom-atom juga dapat menggunakan bersama pasangan elektron membentuk ikatan kovalen. Senyawa yang dihasilkan disebut senyawa kovalen.
i. Karakteristik suatu bahan ditentukan oleh jenis unsur penyusunnya dan struktur molekul-molekul yang menyusun bahan itu. Contoh yang baik untuk menjelaskan pengaruh struktur molekul terhadap karakteristik suatu bahan adalah intan dan grafit yang kedua materi ini tersusun atas atom-atom yang sama tetapi berbeda ikatan. Perbedaan ikatan dan struktur molekul-molekul penyusunnya menyebabkan materi itu mempunyai sifat-sifat yang berbeda.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 8 Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup, guru dapat menerapkan model pembelajaran, *Group Investigation (GI)*, *discovery learning,* ataupun *Creative Problem Solving (CPS)*, dan model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi: Partikel dalam Benda dan Makhluk Hidup

a. Guru dapat mengingatkan kembali pembahasan mengenai fotosintesis yang telah dipelajari pada kelas VII. Guru dapat bertanya dengan pertanyaan-pertanyaan berikut.
   1. Masih ingatkah kamu apa itu fotosintesis?
   2. Di manakah terjadinya fotosintesis?
   3. Zat-zat apa sajakah yang diperlukan dalam fotosintesis?
   4. Zat-zat apakah yang dihasilkan dalam fotosintesis?
   5. Digunakan untuk apakah zat-zat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis?

b. Pada bagian awal ini guru dapat menjelaskan bahwa proses fotosintesis terjadi dalam organel (komponen) daun yang mengandung klorofil yaitu kloroplas. Klorofil merupakan senyawa yang tersusun atas beberapa atom di antaranya karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan magnesium (Mg) (Gambar 8.1 Struktur Penyusun Daun dan Molekul Klorofil di Buku Siswa).

c. Pada materi partikel dalam benda dan makhluk hidup, peserta didik diingatkan kembali zat-zat hasil fotosintesis misalnya glukosa dan amilum digunakan tumbuhan sebagai salah satu sumber untuk tumbuh sehingga terbentuk daun, batang, akar, dan organ lain pada tumbuhan. Guru dapat menekankan bahwa setiap benda sebenarnya tersusun atas materi yang sangat kecil yaitu atom.

d. Guru selanjutnya dapat bertanya dengan pertanyaan-pertanyaan berikut.
   1. Tahukah kamu humus dan pupuk kompos?
   2. Terbuat dari apakah humus dan pupuk kompos itu?
   3. Bagaimana proses pembentukan humus dan pupuk kompos?

e. Peserta didik diajak berdiskusi dan menyampaikan pertanyaan tentang pembentukan humus dan mekanisme proses penguraian yang terjadi. Guru dapat memberi penguatan konsep bahwa humus terbentuk dari dedaunan yang sudah tua, kemudian jatuh di tanah dan mengalami proses pembusukan atau penguraian. Sementara itu, kompos tidak hanya dari dedaunan, tetapi dapat dari ranting, sisa sayuran, bahkan dari kotoran sapi yang telah mengalami penguraian. Selanjutnya, guru dapat menjelaskan bahwa proses fotosintesis dan pembusukan merupakan proses kimia yang melibatkan pembentukan atau pemutusan ikatan kimia.

f. Guru dapat memulai kegiatan praktikum dengan bertanya, ”Bagaimana kamu dapat mengetahui materi yang ada di sekitarmu mengandung zat yang berbeda? Untuk mengetahuinya ayo lakukan Aktivitas 8.1 tentang mengidentifikasi perbedaan zat dalam benda dan makhluk hidup secara

sederhana. Pada saat melakukan percobaan, guru dapat mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati ketika bekerja dengan api dan saat membau aroma bahan yang dibakar agar tidak mendekatkan ke hidung secara langsung.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.1 Mengidentifikasi Perbedaan Zat dalam Benda dan Makhluk Hidup Secara Sederhana

Tabel 8.2 Tabel Hasil Pengamatan

No	Nama Bahan	Deskripsi Bau		Zat yang Terkandung
		Sebelum Dibakar	Setelah Dibakar	
1	Bulu unggas	Tidak berbau	Ketiga benda ini memiliki bau yang hampir sama ketika dibakar, memiliki bau seperti arang	Keratin
2	Rambut	Tidak berbau		Keratin
3	Sepotong daging	Tidak berbau		Serabut kolagen Serabut elastin
4	Plastik	Tidak berbau	Menyengat	Polietilena
5	Kayu	Tidak berbau	Keempat benda ini memiliki bau yang hampir sama ketika dibakar	Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$ Lignin $(C_{31}H_{34}O_{11})_n$
6	Kertas	Tidak berbau		Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$
7	Daun	Tidak berbau		Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$
8	Kain perca jenis katun	Tidak berbau		Selulosa $(C_6H_{10}O_5)_n$
9	Karet ban	Tidak berbau	Menyengat	Poliisoprena $(C_5H_8)_n$

Catatan: Untuk mendeskripsikan bau memang sangat sulit, sehingga hasil deskripsi antarpeserta didik mungkin sangat beragam. Untuk percobaan ini fokuskan lebih kepada kandungan zat yang terkandung dari tiap-tiap bahan.

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Ya, tiap-tiap benda jika dibakar menghasilkan bau yang khas/spesifik. Namun, ada beberapa benda yang memiliki bau yang hampir sama. Perbedaan bau disebabkan kandungan zat dalam benda tersebut berbeda. Jika bau beberapa benda setelah dibakar sama, berarti kandungan zatnya juga sama.
2. Ya, rambut dan bulu memiliki bau yang hampir sama ketika dibakar. Hal ini disebabkan kandungan bulu dan rambut juga hampir sama yaitu mengandung banyak keratin.
3. Ya, kertas dan kayu memiliki bau yang hampir sama ketika dibakar. Hal ini disebabkan kandungan kertas dan kayu juga hampir sama yaitu mengandung banyak selulosa. Namun, pada kayu ada kandungan zat lain seperti lignin.
4. Bau plastik dan daun berbeda ketika dibakar. Karena daun mengandung banyak selulosa, sedangkan plastik tersusun dari polietilena.
5. Setiap benda memiliki kandungan zat tertentu. Ketika beberapa benda dibakar memiliki bau yang sama, berarti kandungan zatnya juga sama. Perbedaan bau hasil pembakaran disebabkan kandungan zat dalam benda berbeda. Tiap-tiap zat memiliki bau yang khas ketika dibakar.

g. Peserta didik berdiskusi tentang hasil percobaan dan jawaban hasil diskusi. Guru dapat menekankan bahwa bau yang berbeda dapat disebabkan oleh kandungan zat yang berbeda dari satu benda dan benda lainnya. Bau yang berbeda juga dapat disebabkan oleh susunan molekul yang berbeda. Guru dapat mengambil contoh kentang dan pensil, sebagaimana yang terdapat pada Gambar 8.4.

h. Peserta didik dapat ditugaskan untuk mengidentifikasi struktur amilum dan selulosa dan mengidentifikasi perbedaan keduanya dan juga sifat pada tiap-tiap benda tersebut. Setelah itu, guru dapat memberi penguatan tentang perbedaan molekul yang terdapat pada kentang dan pensil. Peserta didik dapat membaca fitur ”Tahukah Kamu” yang berisi informasi tentang unsur-unsur yang terdapat pada makhluk hidup, agar peserta didik lebih memahami unsur-unsur yang ada pada tubuh makhluk hidup.

i. Untuk persiapan pembelajaran materi selanjutnya, yaitu atom dan partikelnya, di akhir pertemuan peserta didik diminta untuk mencari informasi tentang perkembangan teori atom dan jika memungkinkan mencari informasi tentang tabel sistem periodik unsur.

Pertemuan 2
Materi: Atom dan Partikel Penyusunnya

a. Guru mengingatkan peserta didik tentang konsep molekul dan konsep atom sebagai unit penyusun molekul. Kemudian, guru memberikan konsep baru yaitu mengenai konsep partikel subatom sebagai penyusun atom dengan bertanya pada peserta didik melalui pertanyaan, "Apakah atom tersusun oleh partikel atom? Bagaimana cara kita mengetahuinya?"

b. Guru bertanya kepada peserta didik tentang konsep elektron dengan sebelumnya meminta peserta didik untuk mengamati warna lampu neon pada Gambar 8.6 di Buku Siswa.

c. Guru bertanya pada peserta didik tentang konsep kulit elektron berdasarkan contoh warna-warni kembang api.

d. Peserta didik dibagi dalam kelompok-kelompok kecil, kemudian tiap-tiap kelompok diminta menjelaskan teori-teori atom berdasarkan informasi yang telah diperoleh ataupun dari Tabel 8.3. Peserta didik dapat diminta untuk menjelaskan teori atom manakah yang digunakan saat ini dan akankah ada kemungkinan berkembang teori atom yang lain?

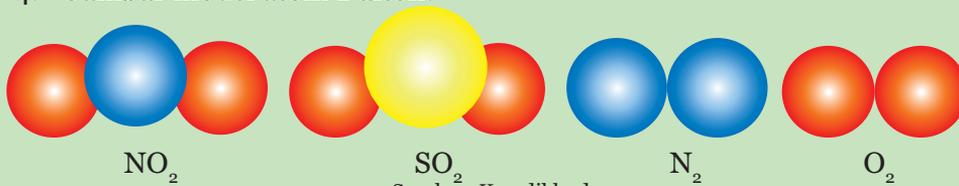
e. Peserta didik diminta untuk mendiskusikan bagian-bagian atom yang terdiri atas inti atom dan elektron. Inti atom terdiri atas proton dan neutron. Setelah memahami bagian-bagian atom, guru dapat meminta peserta didik mendiskusikan mengapa lampu-lampu yang berisi gas mulia dapat berwarna-warni dan menjelaskan dengan adanya elektron yang dapat berpindah-pindah dari kulit atom yang satu dengan yang lainnya.

f. Guru meminta peserta didik untuk mendiskusikan perbedaan antara molekul yang satu dengan yang lainnya dengan memperhatikan dan membuat pemodelan molekul menurut model Dalton melalui fitur "Ayo, Kita Diskusikan".

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Penjelasan beberapa molekul berdasar model atom Dalton:

1. Molekul H_2O tersusun atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen.
2. Molekul CO_2 tersusun atas satu atom karbon dan dua atom oksigen.
3. Molekul CO tersusun atas satu atom karbon dan satu atom oksigen.

4. Gambar model atom Dalton:

Sumber: Kemdikbud

Gambar 8.1 Model Atom Dalton Beberapa Molekul

5. Tiap-tiap molekul tersusun atas atom dengan komposisi berbeda dan memiliki struktur yang berbeda.

g. Selanjutnya, guru mengaitkan pembelajaran dengan contoh aplikasi dari konsep partikel subatom pada bidang keilmuan yaitu mikroskop elektron dan aplikasi pada bidang kesehatan yaitu analisis penyakit dengan sinar X atau sinar Rontgen.

h. Peserta didik diminta untuk mengingat kembali mengenai konsep unsur dan partikel subatom. Guru menjelaskan mengenai nomor atom, nomor massa, dan jumlah neutron dalam suatu atom dan hubungan ketiganya.

i. Peserta didik diminta untuk mendiskusikan dan melengkapi data pada Tabel 8.4 berdasarkan rumus nomor atom dan nomor massa yang telah diberikan.

Tabel 8.3 Atom dan Partikel Penyusunnya

No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	Lambang ${}^{A}_{Z}X$
			e	p	n			
1.	Hidrogen	H	1	1	0	1	1	${}^{1}_{1}H$
2.	Helium	He	2	2	2	2	4	${}^{4}_{2}He$
3.	Karbon	C	6	6	6	6	12	${}^{12}_{6}C$
4.	Karbon	C	6	6	8	6	13	${}^{13}_{6}C$
5.	Karbon	C	6	6	8	6	14	${}^{14}_{6}C$
6.	Fluor	F	9	9	10	9	19	${}^{19}_{9}F$
7.	Magnesium	Mg	12	12	12	12	24	${}^{24}_{12}Mg$
8.	Kalium	K	19	19	20	19	39	${}^{39}_{19}K$

No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	Lambang $^{A}_{Z}X$
			e	p	n			
9.	Brom	Br	35	35	45	25	80	$^{80}_{35}Br$
10.	Kripton	Kr	36	36	48	36	84	$^{84}_{36}Kr$

Keterangan:
e = elektron; p = proton; n = neutron; Z = nomor atom
A = nomor massa

j. Peserta didik diminta berdiskusi mengenai unsur-unsur atau senyawa-senyawa di alam yang penting untuk kehidupan manusia, misalnya oksigen (O_2), garam dapur (NaCl), dan unsur-unsur atau senyawa yang berbahaya bagi kehidupan manusia, misalnya raksa (Hg), timbal (Pb), dan gas karbon monoksida (CO). Kemudian, guru memberi penguatan materi.

k. Peserta didik diminta menganalisis keterkaitan konsep nomor atom dan nomor massa dengan cara arkeolog mengukur umur fosil yang telah ditemukan pada fitur "Tahukah Kamu?".

Alternatif Jawaban Tahukah Kamu:

Berapa umur fosil Dinosaurus yang awalnya memiliki 128 gram isotop karbon-14 dan sekarang tinggal 2 gram?

Penyelesaian:
Waktu paruh isotop karbon-14: 5.730 tahun
Massa isotop karbon-14 mula-mula: 128 gram
Massa isotop karbon-14 sisa: 2 gram.
Rumus:

$$\frac{N_t}{N_o} = \left(\frac{1}{2}\right)^N$$

Keterangan:

N_o = banyaknya isotop radioaktif mula-mula

N_t = banyaknya isotop radioaktif yang tersisa setelah meluruh

$N = \frac{t}{T_{1/2}}$

t = lama waktu peluruhan

$T_{1/2}$ = waktu paruh isotop

Maka:

$$\frac{N_t}{N_o} = \left(\frac{1}{2}\right)^N$$

$$\frac{2}{128} = \left(\frac{1}{2}\right)^N = \frac{1}{64} = \left(\frac{1}{2}\right)^N$$

N = 6

$$N = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$t = N \times T_{1/2} = 6 \times 5.730$ tahun= 34.380 tahun

Jadi, fosil tersebut telah berumur 34.380 tahun.

l. Guru diharapkan tidak lupa untuk mengaitkan materi pembelajaran dengan kompetensi sikap spiritual peserta didik.

Pertemuan 3
Materi: Prinsip Pembentukan Molekul dan Ion

a. Pada awal pertemuan ketiga, guru dapat memulai pembelajaran dengan bertanya kepada peserta didik.
   1. Pernahkah kamu mengamati garam dapur?
   2. Tahukah kamu tersusun atas unsur apakah garam dapur itu?
   3. Bagaimana rumus kimia garam dapur?
   4. Bagaimana proses pembentukan garam dapur?
   5. Mengapa rumus kimia garam dapur adalah NaCl? Bukan Na_2Cl atau Na_4Cl?

b. Guru dapat menjelaskan prinsip dari konfigurasi elektron, yaitu elektron bergerak mengelilingi inti atom menurut tingkat-tingkat energi tertentu yang disebut sebagai kulit-kulit atom. Tingkat energi dalam suatu atom berturut-turut dilambangkan dengan K untuk kulit atom pertama (n=1), L untuk kulit atom kedua (n=2), M untuk kulit atom ke tiga (n=3), dan seterusnya. Setiap kulit mempunyai jumlah maksimum elektron yang dapat menempatinya. Misalnya kulit K, maksimum hanya dapat ditempati oleh 2 elektron. Apabila atom tersebut mempunyai elektron lebih dari 2, elektron berikutnya akan menempati kulit yang berikutnya. Posisi elektron pada kulit-kulit atom dimulai dari kulit terdalam atau yang mempunyai energi paling rendah.

c. Guru menjelaskan ikatan ion, kemudian menjelaskan ikatan ion dalam pembentukan garam dapur (NaCl).

d. Setelah memahami prinsip dasar konfigurasi elektron, peserta didik dibimbing untuk mendiskusikan jumlah elektron terbanyak yang dapat menempati suatu kulit tertentu pada fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang konfigurasi elektron.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Konfigurasi elektron dari magnesium (Mg, Z=12), fosfor (P, Z=15), dan kalium (K, Z=19) sebagai berikut.

1. Mg = 2 8 2
2. P = 2 8 5
3. K = 2 8 8 1

e. Peserta didik diminta untuk melakukan Aktivitas 8.2 yaitu membuat model atom Bohr. Sebagai pembimbing, guru dapat membagi peserta didik dalam beberapa kelompok kecil dan membantu peserta didik menentukan jenis atom yang akan dimodelkan dan menentukan jumlah proton, neutron, dan elektron dari atom tersebut. Guru dapat menuntun peserta didik melakukan Aktivitas 8.2 sesuai dengan petunjuk yang terdapat pada Buku Siswa.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.2 Membuat Model Atom Bohr

1. Misalnya jenis atom yang akan dibuat modelnya adalah atom litium (Li). Litium memiliki nomor atom 3 dan nomor massa 6. Dengan memperhatikan persamaan berikut:

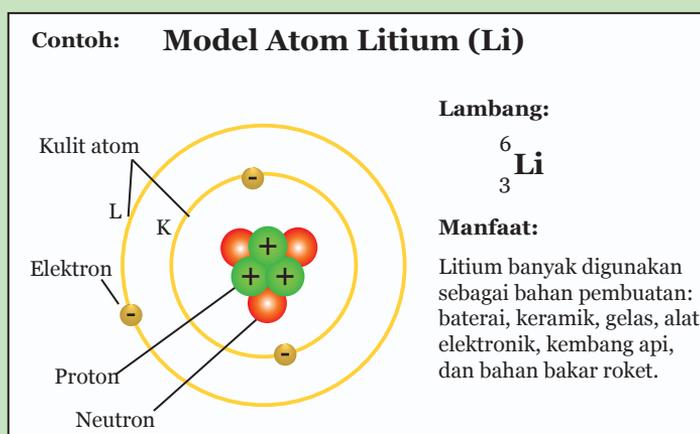
   Nomor atom = Jumlah proton (p) = jumlah elektron (e)
   Nomor massa = Jumlah proton (p) + Jumlah neutron (n)

   Maka dapat diketahui:
   Jumlah proton = 3
   Jumlah neutron = 3
   Jumlah elektron = 3

2. Untuk menentukan jumlah kulit atom, perhatikan kembali ketetapan jumlah elektron maksimal yang dapat menempati suatu kulit atom.

Tabel 8.4 Kulit Atom dan Jumlah Elektron yang Dapat Menempati Kulit Tersebut

Lambang Kulit Atom	Jumlah Elektron Maksimal yang dapat Menempati
K	2
L	8
M	18
N	32

Karena jumlah elektron atom Li sebanyak 3 elektron, maka jumlah kulit atomnya sebanyak 2 yaitu kulit K dan L. Kulit K ditempati oleh 2 elektron sedangkan kulit L ditempati oleh 1 elektron. Model atom litium dapat dilihat pada Gambar 8.

Sumber: Dok. Kemdibud

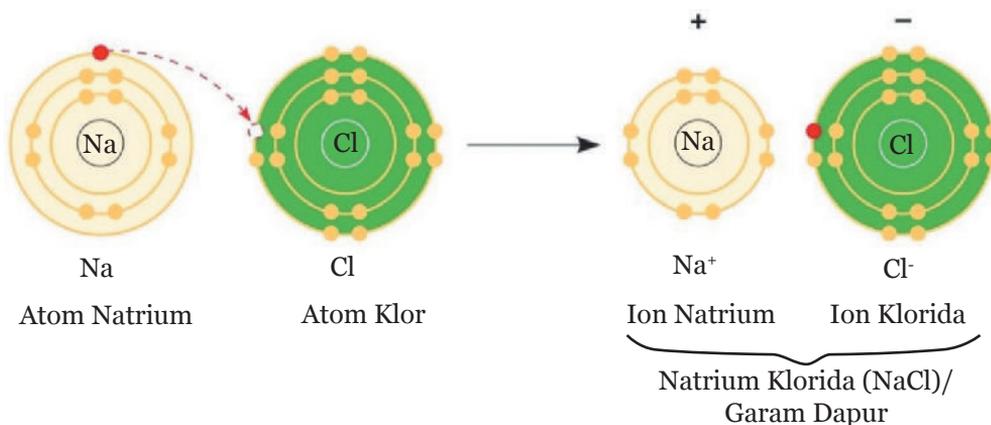
Gambar 8.2 Model Atom Litium (Li)

Manfaat logam litium antara lain sebagai komponen baterai, pembuatan keramik, kaca, pengeras campuran logam, baling-baling roket, pendingin, pembangkit listrik tenaga nuklir, dan sebagai obat tertentu.

f. Setelah peserta didik menyelesaikan model atom yang dibuatnya, guru memberikan penguatan terhadap presentasi yang dilakukan peserta didik dan memberikan apresiasi atas kerja sama kelompok.

g. Peserta didik mempelajari tentang ion. Materi ini masih terkait erat dengan materi sebelumnya yaitu konfigurasi elektron.

h. Guru menjelaskan bahwa gas-gas mulia di alam adalah unsur yang stabil. Berdasarkan susunan elektron pada kulit-kulit atom gas mulia, diketahui bahwa elektron pada kulit terluarnya 8. Unsur-unsur lain

akan berusaha mencapai elektron terluar 8 dengan cara melepaskan atau menerima elektron. Unsur yang memiliki elektron terluar > 5 cenderung mengikat atau menerima elektron, sedangkan unsur yang memiliki elektron < 4 cenderung melepaskan elektron. Gunakan gambar berikut untuk menjelaskan terbentuknya ion dan ikatan ionik antara Na^+ dan Cl^-.

Sumber: Campbell *et al.* 2008

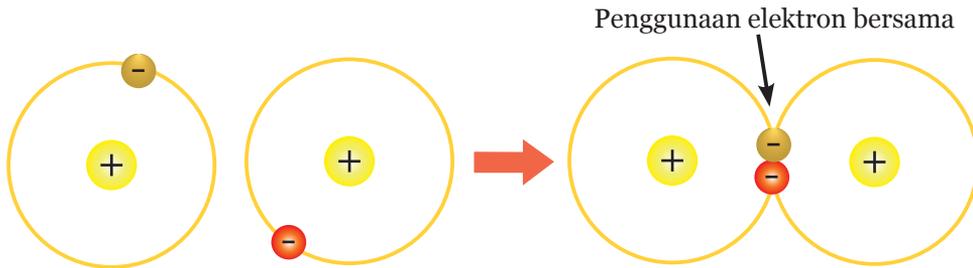
Gambar 8.2 Serah Terima Elektron pada Pembentukan Garam Dapur

i. Setelah memahami konsep ion, peserta didik dapat mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu” tentang ion-ion pada minuman penyegar agar pembelajaran lebih kontekstual.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Tabel 8.5 Ion-ion yang Terdapat dalam Minuman Penyegar

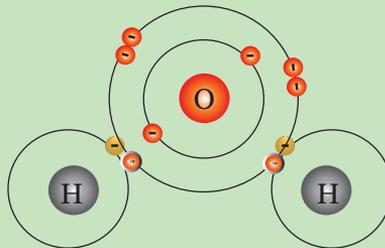
Ion Positif (Kation)	Ion Negatif (Anion)
Ion natrium (Na^+)	Ion klorida (Cl^-)
Ion kalium (K^+)	Ion karbonat (HCO_3^-)
Ion kalsium (Ca^{2+})	Ion sitrat ($C_6H_5O_7^{3-}$)
Ion magnesium (Mg^{2+})	Ion laktat ($CH_3CH(OH)COO^-$)

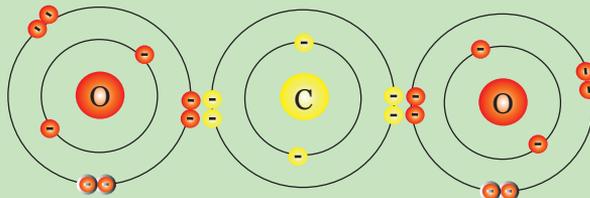
j. Guru menjelaskan bahwa cara lain atom-atom mencapai 2 atau 8 elektron adalah dengan cara menggunakan bersama pasangan elektron. Penjelasan dapat dilakukan dengan cara menganalisis H_2, Cl_2, kemudian O_2, dan N_2.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.3 Penggunaan Elektron Bersama pada Molekul H_2

k. Guru dapat memberikan contoh ikatan kovalen yang terjadi pada H_2O dan CO_2 atau juga pada NH_3. Senyawa-senyawa yang atom-atomnya berikatan kovalen disebut senyawa kovalen.

l. Setelah memahami penggunaan elektron bersama, peserta didik diberi tugas untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Selesaikan”tentang penggunaan elektron bersama.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.4 Penggunaan Pasangan Elektron Bersama pada H_2O

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8. 5 Penggunaan Pasangan Elektron Bersama pada CO_2

m. Pada akhir subbab ion ini terdapat info tentang peranan ion dalam tubuh.

n. Memasuki materi identifikasi unsur, guru dapat bertanya kepada peserta didik.
   1. Pernahkah kamu melihat kembang api pada saat menyala?
   2. Bagaimana warna dari kembang api?
   3. Bagaimana kembang api dapat menghasilkan warna yang beragam?

o. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 8.3 tentang mengidentifikasi unsur melalui pembakaran.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.3 Mengidentifikasi Unsur Melalui Pembakaran

Alternatif Hasil Percobaan:
- Pembakaran garam: berwarna kuning.
- Pembakaran pupuk NPK: berwarna merah keunguan.
- Pembakaran tembaga: hijau kebiruan

Alternatif Jawaban Diskusi:

Warna yang dihasilkan dari pembakaran garam dan pupuk NPK berbeda. Garam dapur ketika dibakar menghasilkan warna kuning, sedangkan pupuk NPK menghasilkan warna merah keunguan. Hal ini disebabkan unsur yang menyusun tiap-tiap benda berbeda. Di dalam garam dapur (NaCl) terkandung unsur natrium (Na), unsur inilah yang menyebabkan warna kuning ketika dibakar. Pada pupuk NPK terdapat unsur kalium (K), dan ketika kalium dibakar akan menghasilkan warna merah keunguan.

Alternatif Kesimpulan:

Unsur-unsur tertentu dapat menghasilkan warna yang khas ketika dibakar. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui atau mengidentifikasi keberadaan unsur dalam suatu benda.

p. Setelah melakukan aktivitas tersebut, peserta didik dibimbing untuk diskusi kelas tentang hasil percobaan. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mengkonstruksi konsep bahwa beberapa unsur yang dibakar dapat menghasilkan warna nyala tertentu. Warna nyala kuning pada pembakaran garam muncul karena adanya transisi (perpindahan) elektron dari kulit yang lebih tinggi ke kulit yang lebih rendah. Begitu juga warna hijau dari pembakaran tembaga. Tiap-tiap unsur

akan menghasilkan warna yang berbeda ketika dilakukan pembakaran. Prinsip tersebut digunakan oleh ilmuwan untuk mengidentifikasi secara kualitatif keberadaan suatu unsur pada suatu bahan.

q. Peserta didik dibimbing untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 4
Materi: Sifat Zat dan Hubungannya dengan Partikel Penyusun dan Strukturnya

a. Pembelajaran pada pertemuan terakhir yaitu untuk mempelajari sifat fisika dan sifat kimia suatu benda. Guru dapat mengawali pembelajaran dengan meminta peserta didik mengamati grafit isi pensil yang dimiliki oleh tiap peserta didik atau mengingatkan peserta didik tentang bahan bakar arang. Kemudian, guru mengajukan pertanyaan berikut.
   1. Disebut apakah bahan penyusun isi pensil?
   2. Tahukah kamu, tersusun dari unsur apakah bahan penyusun isi pensil?

b. Selanjutnya, guru menjelaskan bahwa isi pensil merupakan grafit yang tersusun atas unsur karbon (C) sebagaimana bahan arang. Guru dapat meminta peserta didik memperhatikan Gambar 8.26 tentang intan dan isi pensil. Guru dapat meminta peserta didik membedakan tampilan intan dengan tampilan isi pensil. Guru menjelaskan bahwa intan dan isi pensil adalah dua benda yang berbeda jauh, baik dari segi harga maupun kegunaan. Namun, keduanya memiliki unsur yang sama, yaitu unsur karbon (C). Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik untuk menimbulkan konflik kognitif pada peserta didik, ”Mengapa intan dan isi pensil memiliki perbedaan bentuk atau tampilan yang dapat memengaruhi fungsi dari kedua benda tersebut?”

c. Peserta didik diminta menjawab dan kemudian memberikan konfirmasi terhadap jawaban peserta didik. Guru menjelaskan bahwa meskipun intan dan isi pensil memiliki unsur yang sama, tetapi sifat dari kedua benda tersebut berbeda, misalnya kekerasan, warna, dan daya hantar listrik. Selanjutnya, guru dapat menjelaskan bahwa pada pembelajaran kali ini akan dipelajari lebih banyak lagi tentang sifat-sifat benda, terutama sifat fisika dan sifat kimia.

d. Untuk membelajarkan sifat zat, peserta didik diminta untuk mencari berbagai informasi yang berkaitan dengan sifat fisika dan sifat kimia zat. Kemudian, peserta didik baik secara perorangan maupun berkelompok dengan teman sebangku menyusun peta konsep atau peta pikiran tentang sifat benda yang terdiri dari sifat fisika dan sifat kimia benda serta contoh benda dan fungsinya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 8.4 Mengidentifikasi Berbagai Jenis Bahan dan Pemanfaatannya dalam Kehidupan Sehari-hari

Alternatif Jawaban Hasil Identifikasi:

Tabel 8.6 Hasil Identifikasi Berbagai Jenis Bahan, Sifat, dan Pemanfaatannya

No	Jenis Bahan	Sifat	Pemanfaatan
1	Aluminium	▪ Keras ▪ Tidak mudah meleleh ▪ Menghantarkan panas ▪ Tidak mudah berkarat	▪ Sebagai bahan pembuatan alat memasak ▪ Sebagai bahan pembuatan tempat menjemur pakaian
2	Karet	▪ Lentur/elastis ▪ Ringan ▪ Tidak mudah berkarat ▪ Tidak dapat menghantarkan listrik	▪ Sebagai bahan pembuatan ban kendaraan bermotor
3	Tembaga	▪ Keras ▪ Tidak mudah meleleh ▪ Menghantarkan panas ▪ Tidak mudah berkarat ▪ Mudah menghantarkan listrik	▪ Sebagai bahan pembuatan kabel listrik
4	Kayu	▪ Keras ▪ Tidak mudah meleleh ▪ Tidak menghantarkan panas ▪ Tidak mudah berkarat ▪ Stabil ▪ Tidak reaktif ▪ Mudah dipotong dengan gergaji	▪ Sebagai bahan pembuatan almari, meja, dan kursi
5	Asam klorida (HCl)	▪ Berwujud cair ▪ Bersifat korosif	▪ Digunakan sebagai bahan aktif pembersih lantai

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Setiap jenis bahan memiliki sifat yang unik dan berbeda dengan jenis bahan yang lain karena jenis atom, jenis senyawa, atau strukturnya berbeda antara satu dengan yang lainnya.
2. Apabila akan membuat kursi atau meja, sifat bahan yang cocok digunakan antara lain keras, tidak menghantarkan panas, tidak mudah berkarat, stabil, dan tidak reaktif. Contoh bahan yang dapat digunakan seperti kayu.
3. Apabila akan membuat kabel listrik, sifat bahan yang cocok digunakan antara lain rapat, cukup keras, tidak mudah berkarat, mampu menghantarkan listrik dengan baik, stabil, memiliki titik leleh yang tinggi. Contoh jenis bahan yang dapat digunakan seperti tembaga.
4. Apabila akan membuat kerangka pesawat terbang, sifat bahan yang cocok digunakan antara lain rapat, keras, tidak mudah berkarat, ringan, tidak reaktif, memiliki titik leleh yang tinggi. Contoh jenis bahan yang dapat digunakan misalnya titanium.

Alternatif Kesimpulan:

Setiap bahan atau zat memiliki sifat yang unik dan berbeda dengan zat lain. Perbedaan sifat zat tersebut disebabkan oleh perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun suatu zat. Perbedaan sifat zat juga dapat disebabkan oleh perbedaan ikatan atau perbedaan struktur (susunan) atom atau molekul-molekul penyusunnya. Dengan mempertimbangkan sifat tersebut, kita dapat memaksimalkan pemilihan suatu bahan yang digunakan untuk membuat suatu peralatan atau barang lain dalam kehidupan sehari-hari.

e. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan peta konsep atau peta pikiran yang telah disusun. Kemudian, guru mengajak peserta didik berdiskusi secara klasikal untuk membahas materi yang belum dipahami peserta didik dan menyelesaikan kegiatan ”Ayo, Kita Pikirkan” tentang elastisitas benda.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Bahan atau zat yang cocok digunakan untuk membuat palu adalah zat yang sangat keras dan tidak mudah rusak, seperti logam baja yang memiliki nilai kekerasan 4-4,5 Mohs. Logam natrium tidak cocok digunakan sebagai bahan pembuatan palu karena logam natrium bersifat lunak dengan nilai kekerasan hanya 0,5-0,6 Mohs.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Elastisitas merupakan kemampuan suatu benda untuk mempertahankan diri ketika terkena tarikan atau dorongan (gaya) dan mampu untuk kembali ke ukuran serta bentuk awal ketika gaya tersebut dihilangkan. Baja memiliki elastisitas yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan karet. Oleh karena itu, skok kendaraan bermotor biasanya terbuat dari baja.

f. Pada akhir kegiatan, peserta didik diminta melakukan kegiatan proyek untuk melakukan penyelidikan tentang sifat dan pemanfaatan bahan yang terdapat di lingkungan rumah dan sekolah peserta didik.

g. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta untuk mengerjakan kegiatan "Ayo, Kita Renungkan" dan menjawab pertanyaan pada kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat dilakukan selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian, guru dapat merujuk pada bagian umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab partikel penyusun benda dan makhluk hidup dapat dilihat pada Tabel 8.7.

Tabel 8.7 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 8 Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Perbedaan zat yang terkandung dalam suatu bahan		✓		✓	✓	
	Model atom Bohr						✓
	Identifikasi unsur melalui pembakaran				✓		
	Identifikasi sifat fisika dan sifat kimia berbagai jenis bahan						
Ayo, Kita Selesaikan	Banyaknya pasangan elektron bersama				✓		
Ayo, Kita Diskusikan	Perbedaan model atom yang satu dengan yang lainnya				✓		
	Konfigurasi elektron				✓		
Ayo, Kita Cari Tahu	Kandungan unsur pada minuman			✓			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Menyelidiki sifat bahan dalam kehidupan sehari-hari				✓		

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab partikel penyusun benda dan makhluk hidup dapat dilihat pada Tabel 8.8.

Tabel 8.8 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-Soal pada Uji Kompetensi Bab 8 Partikel Penyusun Benda dan Makhluk Hidup

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan teori perkembangan atom	A1					
Menjelaskan proton, neutron, dan elektron			A2 A3 A4			

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan atom dan partikel-partikel penyusun atom	A5 B5				B3	
Menjelaskan molekul-molekul dan atom penyusun benda dan tubuh makhluk hidup	A6 B4	A10		B1		
Mengidentifikasi karakteristik benda dalam kehidupan sehari-hari		A7				
Menjelaskan terbentuknya ion	A8 A9			B2		

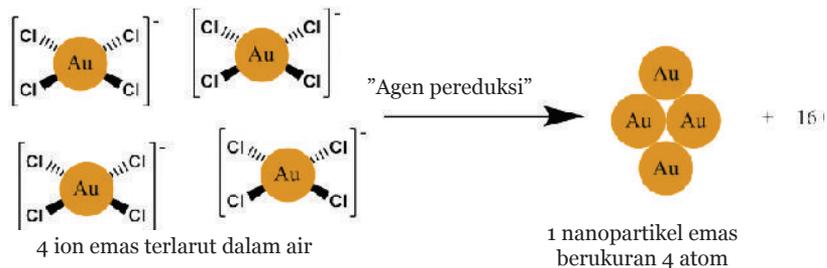
D. Materi Pengayaan

1. Nanoteknologi

Nanoteknologi (teknologi nano) merupakan teknologi yang memanipulasi molekul dalam skala nanometer atau sepermiliar meter (10^{-9} meter). Nanoteknologi melibatkan atom dan molekul dengan ukuran lebih kecil dari 1.000 nanometer. Konsep utama teknologi nano adalah penyusunan ulang struktur atom individualnya. Ide penyusunan ulang atom-atom individual dalam skala nano ini dikemukakan oleh Richard Feynman pada tahun 1959, yang dikenal sebagai *Father of Nanotechnology*.

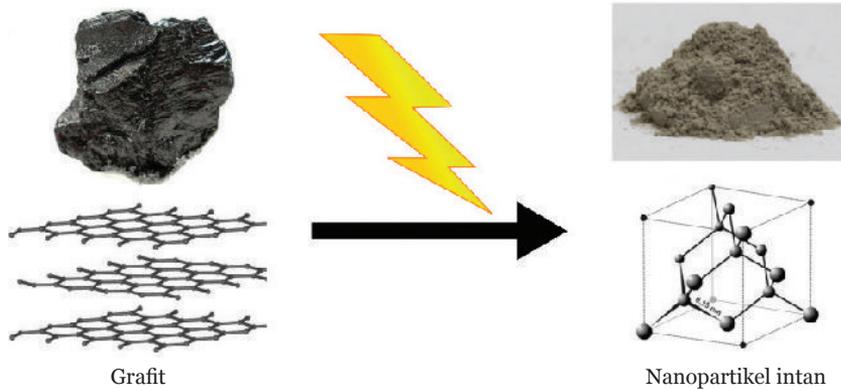
Terdapat dua pendekatan utama yang digunakan dalam nanoteknologi, yaitu pendekatan dari bawah ke atas (”*bottom-up” approach*) dan pendekatan dari atas ke bawah (”*top-down” approach*)

a. Pendekatan dari Bawah ke Atas (*”Bottom-Up” Approach*)

Pendekatan ini mengacu pada prinsip pembentukan materi dari komponen molekuler yang dapat merakit dirinya sendiri secara kimia dengan prinsip pengenalan molekul. Contoh pembuatan partikel dengan cara ini adalah pembentukan emas nanopartikel. $HAuCl_4$ atau garam emas (bentuk air yang larut dari emas). $HAuCl_4$ ini akan memproduksi H^+ dan $AuCl_4^-$ ketika dilarutkan dalam air, kemudian diberi komponen pereduksi, yang dapat mengubah ion emas menjadi elemen atom emas. Atom emas yang terbentuk tidak larut air sehingga akan menggumpal dan membentuk nanopartikel emas.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.6 Nanopartikel Emas

b. Pendekatan dari Atas ke Bawah ("*Top-Down" Approach*)

Pendekatan ini mengacu pada proses pembentukan objek nano yang dibangun dari entitas yang lebih besar tanpa kontrol tingkat atom. Contoh pembuatan nanointan yang dibuat dengan cara meletuskan atau dengan ultrasonikasi (menggunakan gelombang ultrasonik untuk memecah materi) dari bagian terbesar serpihan grafit. Metode sintesis ini mengubah serpihan grafit yang berukuran milimeter menjadi partikel intan yang berukuran nano.

Sumber: Dok. Kemdikbud

Gambar 8.7 Nanopartikel Intan

Nanoteknologi dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti bidang kesehatan, elektronika, biomaterial, produksi energi, industri, dan banyak bidang lain. Oleh karena itu, teknologi nano ini dapat membuat banyak material baru (nanomateri) yang dapat dimanfaatkan lebih spesifik.

Nanomateri pada bidang industri

Pada bidang industri, nano materi dapat dimanfaatkan untuk membentuk bahan-bahan yang lebih baik. Contoh nanoteknologi dapat digunakan untuk membuat produksi bahan bakar dari bahan baku yang normal lebih efisien. Nanoteknologi dapat meningkatkan efek katalis. Katalis dapat mengurangi suhu yang diperlukan untuk mengkonversi bahan mentah menjadi bahan

bakar atau meningkatkan persentase bahan bakar yang dibakar pada suhu tertentu. Katalis terbuat dari nanopartikel memiliki luas permukaan yang lebih besar untuk berinteraksi dengan bahan kimia dari pada katalis yang terbuat dari partikel yang lebih besar. Luas permukaan yang lebih besar memungkinkan lebih banyak bahan kimia untuk berinteraksi dengan katalis secara bersamaan, yang membuat katalis lebih efektif. Efektivitas yang meningkat ini dapat membuat proses seperti produksi bahan bakar diesel dari batu bara menjadi lebih ekonomis, dan memungkinkan produksi bahan bakar dari bahan baku yang saat ini tidak dapat digunakan seperti minyak mentah kelas rendah.

Nanoteknologi pada bidang lingkungan

Terdapat dua cara utama pemanfaatan nanoteknologi untuk mengurangi polusi udara, yaitu dengan katalis dan struktur membran nano. Katalis dapat digunakan untuk mengaktifkan reaksi kimia (mengubah satu jenis molekul ke molekul yang lain) pada suhu yang lebih rendah atau membuat reaksi yang lebih efektif. Nanoteknologi juga dapat digunakan untuk mengubah gas buangan kendaraan bermotor dan pabrik menjadi gas yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Struktur membran nano, saat ini sedang dikembangkan untuk memisahkan karbon dioksida yang dihasilkan pabrik.

Nanoteknologi pada bidang kesehatan

Dalam bidang kedokteran, nanokristal yang dihasilkan melalui nanoteknologi dapat digunakan untuk meningkatkan pencitraan biologis untuk diagnosis medis. Ketika diterangi dengan sinar ultraviolet, nanokristal akan memancarkan spektrum yang luas dari warna-warna cerah yang dapat digunakan untuk mencari dan mengidentifikasi jenis spesifik sel dan aktivitas biologis. Kristal ini dapat memberikan deteksi optik hingga 1.000 kali lebih baik daripada pewarna konvensional yang digunakan dalam banyak tes biologis, seperti *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*, dan membuat informasi lebih signifikan .

Contoh lain penerapan nanoteknologi dalam bidang kesehatan adalah terapi multifungsi. Nanopartikel digunakan sebagai dasar untuk memfasilitasi pengiriman obat yang spesifik pada sel-sel kanker target sehingga meminimalkan risiko kerusakan jaringan normal. Sampai saat ini penelitian nanoteknologi masih terus dilakukan untuk dimanfaatkan dalam bidang kesehatan.

2. LED (*Light Emitting Diode*)

LED (*Light Emitting Diode*) merupakan diode semikonduktor yang tersusun atas sebuah chip materi semikonduktor yang digunakan untuk menciptakan suatu struktur yang disebut *pn junction*. Ketika disambungkan dengan sumber energi, terdapat aliran dari sisi-*p* (anode) ke sisi-*n* (katode) dan tidak pada arah sebaliknya. Ketika sebuah elektron mencapai lubang elektron, energinya menjadi rendah dan mengeluarkan energi dalam bentuk sebuah *photon* (cahaya).

Keuntungan menggunakan LED adalah dapat menghemat energi hingga 90% bila dibandingkan dengan menggunakan lampu biasa dan LED dapat bertahan lama. Arus listrik yang dapat mengalir pada LED antara 10 mA - 20 mA dan tegangan antara 1,6 V - 3,5 V bergantung pada warna yang dihasilkan. Jika arus atau tegangan yang mengalir lebih besar dari batasan tersebut, LED akan terbakar dan tidak dapat digunakan. Agar LED tidak mudah terbakar, maka dapat digunakan resistor yang berfungsi sebagai pembatas arus dan pembagi tegangan. Resistor merupakan komponen elektronik yang memberikan hambatan terhadap perpindahan elektron (muatan negatif). Besarnya hambatan diekspresikan dalam satuan **Ohm**.

E. Interaksi dengan Orang Tua

Sesuai dengan materi pelajaran yang ada di Buku Siswa, ada beberapa kegiatan yang memerlukan interaksi dengan orang tua.

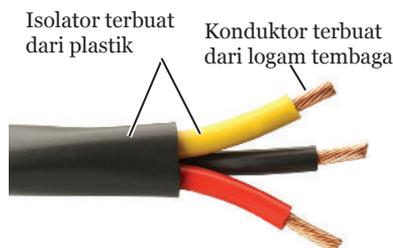
1. Membantu peserta didik pada saat peserta didik melakukan penyelidikan terkait jenis plastik yang mencemari lingkungan.
2. Peserta didik diharapkan dapat mengajak keluarga untuk lebih peduli dengan lingkungan.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. C
2. B
3. D
4. B
5. A
6. A
7. D
8. B
9. C
10. D

2. Uraian

1. Peranan elektron dalam kehidupan sehari-hari.
   a) Aliran elektron dapat menghasilkan arus listrik.
   b) Digunakan untuk mendiagnosis suatu penyakit melalui sinar-X.
   c) Digunakan sebagai sumber gelombang pengganti cahaya pada mikroskop elektron.
   d) Loncatan elektron dari kulit atom suatu unsur dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang khas dan dimanfaatkan dalam pembuatan kembang api.
2. Iodin (I) merupakan komponen hormon tiroksin yang diproduksi oleh kelenjar tiroid. Hormon tiroksin berfungsi untuk meningkatkan laju metabolisme untuk menghasilkan energi, mengatur pertumbuhan dan perkembangan sistem saraf dan sistem rangka (otot dan tulang), serta menjaga tekanan darah. Apabila tubuh kekurangan iodin dapat mengakibatkan kelenjar tiroid membesar sampai ukuran abnormal atau yang dikenal dengan penyakit gondok.
3. Bahan yang terbuat dari stirofoam tidak baik digunakan sebagai pembungkus makanan karena stirofoam mengandung senyawa kimia polistirena yang diduga memicu munculnya kanker. Stirofoam memiliki stabilitas yang rendah terhadap panas, artinya jika plastik ini terkena panas yang cukup tinggi, maka plastik akan rusak sehingga senyawa polistirena yang berbahaya akan tercampur ke dalam makanan.
4. Bahan yang sesuai digunakan untuk membuat kabel listrik yaitu logam tembaga sebagai konduktor listrik dan plastik sebagai isolator listrik.

Pemilihan logam tembaga sebagai konduktor listrik karena tembaga memiliki sifat fisika yaitu rapat, keras, memiliki daya hantar listrik yang baik, dan memiliki titik leleh yang tinggi. Tembaga memiliki sifat kimia yaitu stabil,tidak mudah bereaksi, dan tidak mudah berkarat. Sifat-sifat tersebut membuat tembaga sesuai digunakan sebagai konduktor listrik. Pemilihan plastik sebagai isolator listrik karena plastik memiliki sifat fisika yaitu rapat, elastis, dan tidak dapat menghantarkan listrik. Plastik memiliki sifat kimia yaitu stabil, tidak mudah bereaksi, dan tidak mudah berkarat. Sifat-sifat tersebut membuat plastik sesuai digunakan sebagai isolator listrik.

5. Grafit dan intan tersusun dari unsur yang sama yaitu karbon. Namun, keduanya memiliki sifat yang sangat berbeda. Intan merupakan salah satu kristal yang sangat indah, sangat berharga, dan banyak digunakan sebagai perhiasan. Intan juga memiliki sifat sangat keras, sehingga banyak dimanfaatkan dalam industri sebagai bahan pemotong kaca. Grafit merupakan bahan yang digunakan sebagai isi pensil. Grafit mudah patah atau rapuh dan mampu meninggalkan bekas pada kertas maupun objek lain. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan struktur atau susunan atom karbon. Pada intan, tiap-tiap atom karbon mengikat empat atom karbon lainnya dengan ikatan kovalen membentuk struktur tetrahedral. Pada grafit, atom karbon berikatan dengan tiga atom C lainnya membentuk lapisan heksagonal

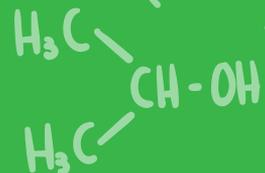
G. Tugas Proyek

Kegiatan proyek pada bab ini bertujuan agar peserta didik dapat mengidentifikasi sifat dan pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari. Guru dapat meminta peserta didik membentuk kelompok dalam mengerjakan kegiatan proyek. Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± satu minggu. Tugas proyek diberikan pada akhir kegiatan pembelajaran bab 8. Guru dapat meminta peserta didik untuk menyusun suatu tabel yang dapat memudahkan peserta didik untuk melakukan penyelidikan. Berikut adalah contoh hasil penyelidikan.

Tabel 8.7 Hasil Penyelidikan Berbagai Jenis Bahan, Sifat Fisika, Sifat Kimia dan Pemanfaatannya

No	Jenis Bahan	Sifat Fisika	Sifat Kimia	Pemanfaatan
1	Plastik	▪ Elastis ▪ Tidak mudah pecah ▪ Ringan ▪	▪ Tidak mudah bereaksi ▪ Tidak mudah mengalami korosi ▪	▪ Sebagai botol minuman ▪ Sebagai ....
2				

9 Petunjuk Pembelajaran: Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab 9 buku ini memuat materi tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan. Pada subbab pertama, peserta didik akan mempelajari peranan tanah, peran organisme tanah, serta keterkaitan antara organisme tanah dengan pembentukan tekstur dan struktur tanah. Pada bagian ini juga membahas jenis-jenis tanah berdasarkan teksturnya dan sifat tiap-tiap jenis tanah. Selanjutnya, pada subbab kedua peserta didik akan mempelajari tentang proses pembentukan tanah, faktor yang memengaruhi proses terbentuknya tanah, dan komponen penyusun tanah. Kegiatan untuk membelajarkan bab ini di antaranya adalah dengan kegiatan observasi organisme tanah, berdiskusi peran organisme tanah dan proses pembentukan tanah, melakukan praktikum untuk mengidentifikasi jenis tanah dan sifat tanah berdasarkan tekstur tanah, praktikum erosi, praktikum untuk membuktikan keberadaan beberapa komponen tanah, serta praktikum mengidentifikasi tingkat kesuburan berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia tanah. Kegiatan proyek yang dilakukan adalah menyusun lapisan tanah yang baik untuk tanaman. Kegiatan proyek dilakukan sebagai aplikasi pengetahuan peserta didik setelah mengetahui tekstur, jenis, dan sifat tanah.

1. Kompetensi Dasar

3.9 Menghubungkan sifat fisika dan kimia tanah, organisme yang hidup dalam tanah, dengan pentingnya tanah untuk keberlanjutan kehidupan.

4.9 Menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat-sifat tanah dan pentingnya tanah bagi kehidupan.

2. Indikator

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.9 dan KD 4.9.

3.9.1 Mendata organisme yang hidup di permukaan dan di dalam tanah.
3.9.2 Mengidentifikasi peran tanah bagi kehidupan sehari-hari.
3.9.3 Menjelaskan peran organisme tanah.
3.9.4 Menentukan jenis-jenis tanah berdasarkan tekstur tanah.
3.9.5 Mengidentifikasi sifat tiap-tiap jenis tanah.
3.9.6 Menganalisis keterkaitan antara peran organisme tanah dengan struktur dan tekstur tanah.
3.9.7 Menganalisis proses pembentukan tanah dan faktor-faktor yang memengaruhinya.
3.9.8 Mengidentifikasi komponen penyusun tanah.

3.9.9 Menjelaskan keterkaitan peran makhluk hidup terhadap ketersediaan mineral dalam tanah.
3.9.10 Memprediksi faktor-faktor alam yang menyebabkan hilangnya nutrisi dalam tanah.
3.9.11 Mengidentifikasi upaya pencegahan hilangnya nutrisi dalam tanah.
3.9.12 Mengidentifikasi berbagai komponen tanah yang berada di lingkungan.
3.9.13 Mengidentifikasi lapisan-lapisan tanah dan karakteristik tanah.
3.9.14 Menganalisis keterkaitan antara karakteristik tanah dengan lapisan-lapisan tanah.
4.9.1 Mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia tanah.
4.9.2 Merumuskan ide untuk menentukan lapisan tanah yang baik bagi tanaman.

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 9 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan diperkirakan memerlukan waktu 10 sampai 12 jam atau 5 sampai 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

Tabel 9.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke-	Materi
1	Peran tanah dan organisme tanah bagi keberlangsungan kehidupan ▪ Peran tanah bagi kehidupan
2	Peran tanah dan organisme tanah bagi keberlangsungan kehidupan ▪ Peran tanah bagi kehidupan
3	Proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah ▪ Proses pembentukan tanah
4	Proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah ▪ Komponen tanah
5	Proses pembentukan tanah dan komponen penyusun tanah ▪ Komponen tanah Upaya menjaga kelestarian tanah ▪ Macam-macam upaya menjaga kelestarian tanah
6	Ulangan Harian

4. Materi Esensial

a. Tanah berperan penting bagi tumbuhan dan hewan. Tanah menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tanah merupakan habitat bagi organisme seperti cacing, serangga, jamur, alga, dan mikroorganisme. Tanah juga merupakan penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia serta penyedia air di bumi.

b. Organisme tanah berperan sebagai dekomposer, terlibat dalam reaksi kimia dalam tanah, menguraikan polutan dalam tanah, mencegah tanah berpenyakit, serta memengaruhi tekstur dan struktur tanah.

c. Berdasarkan teksturnya tanah diklasifikasikan menjadi tiga kelompok utama yaitu tanah liat, tanah lempung, dan tanah pasir.

d. Tanah merupakan campuran dari batuan yang telah lapuk, penguraian bahan organik, mineral, air, dan udara. Pelapukan tanah dipengaruhi oleh faktor biologis, kimia, dan fisika. Faktor lain yang memengaruhi pembentukan tanah adalah tipe batuan, topografi atau relief tanah suatu daerah, dan waktu.

e. Secara horizontal tanah tampak memiliki lapisan-lapisan. Lapisan tanah disebut juga horizon tanah. Lapisan tanah terdiri atas tiga lapisan, yaitu horizon A (*topsoil*), horizon B (*subsoil*), horizon C, dan horizon D. Lapisan yang paling subur adalah horizon A. Proses pembentukan lapisan tanah dipengaruhi oleh iklim, suhu, topografi tanah, relief, dan kontur tanah.

f. Faktor alam yang dapat memengaruhi hilangnya nutrisi dalam tanah adalah hujan, banjir, dan erosi tanah.

g. Komponen tanah terdiri atas batuan, udara, humus, air, mineral, dan komponen organik.

h. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh kandungan mineral tanah, sifat fisika, dan sifat kimia tanah. Sifat fisika tanah yang dapat diamati untuk menentukan kesuburan tanah adalah warna tanah, sedangkan sifat kimia tanah salah satunya adalah pH tanah.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 9 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan, guru dapat menerapkan pembelajaran model *Group Investigation* (GI), *discovery learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), *Problem Based Learning* (PBL), *Project Based Learning* (PjBL), inkuiri, *learning cycle*, dan model pembelajaran lainnya yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi: Peranan Tanah dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan

a. Guru mengawali pembelajaran dengan menggali pengetahuan peserta didik tentang manfaat tanah berdasarkan pengamatan pada kehidupan sehari-hari. Misalnya tanah bermanfaat bagi tumbuhan sebagai tempat hidupnya, kemudian tanah dapat dimanfaatkan manusia untuk membuat batu bata, bahan keramik, dan sebagainya. Berdasarkan beberapa manfaat tanah yang disebutkan peserta didik, guru mengarahkan betapa pentingnya tanah bagi kehidupan. Selanjutnya, guru dapat mengarahkan peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan karena telah menciptakan bumi beserta isinya yang terdiri atas 30% daratan. Meskipun luas daratan lebih sempit dibandingkan luas lautan, daratan sangat bermanfaat bagi makhluk hidup.

b. Peserta didik diarahkan untuk berkelompok beranggotakan 3-5 orang, kemudian peserta didik melakukan kegiatan pengamatan di halaman sekolah (Aktivitas 9.1 Peran Tanah bagi Kehidupan). Alat yang perlu dipersiapkan guru adalah cetok atau alat lain yang dapat digunakan untuk menggali tanah, lup, dan lain sebagainya. Bahan yang dapat dipersiapkan guru di antaranya alkohol 70%, detergen, dan lain sebagainya. Penyediaan alat dan bahan dapat dilakukan oleh guru dan dapat pula meminta setiap kelompok peserta didik untuk membantu menyediakan alat dan bahan. Selama kegiatan pengamatan, guru diharapkan melakukan penilaian terhadap kinerja peserta didik dan sikap gotong royong.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.1 Peran Tanah bagi Kehidupan

Alternatif Jawaban Data Hasil Pengamatan

Tabel 9.2 Data Hasil Pengamatan

No	Makhluk Hidup yang ditemukan di Permukaan Tanah	Makhluk Hidup yang Ditemukan di dalam Tanah
1	Rumput	Lipan
2	Semut	Semut
3	Kepik	Cacing
4	Ulat	Serangga kecil
5	Dsb.	Dsb.

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Hewan yang ditemukan: semut, cacing, serangga kecil, lipan, kaki seribu, dsb.
2. Tumbuhan yang ditemukan: rumput, bunga liar, dsb.
3. Kesimpulan: Tanah merupakan tempat hidup berbagai organisme termasuk tumbuhan dan hewan yang dapat menunjang kehidupan di bumi.

c. Setelah mendata makhluk hidup yang ada di permukaan dan di dalam tanah, peserta didik mengemukakan kesimpulan dari Aktivitas 9.1 tentang Peran Tanah bagi Kehidupan, bahwa tanah berfungsi sebagai tempat tinggal bagi pelbagai makhluk hidup.

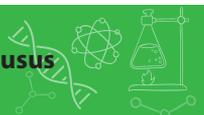
d. Guru mengajak peserta didik berpikir mengenai komponen-komponen yang disediakan tanah, sehingga tanah berperan sebagai tempat tinggal hewan dan tumbuhan. Guru juga mengarahkan peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada fitur ”Ayo, Kita Pikirkan”.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Nutrisi (zat hara) diperoleh dari pelapukan batuan dan dari pelapukan materi organik oleh organisme tanah.

e. Peserta didik berdiskusi lebih lanjut untuk menyebutkan peran tanah selain sebagai habitat makhluk hidup. Agar memudahkan peserta didik berpikir, guru memberikan pertanyaan-pertanyaan reflektif seperti, ”Bagaimanakah jika tidak ada tanah? Kemungkinan apa yang akan terjadi?”, ”Bagaimanakah kita sebagai manusia memenuhi kebutuhan tempat tinggal, air, dan sumber makanan apabila tidak ada tanah atau lahan?”.

f. Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan reflektif yang mendorong peserta didik untuk mensyukuri anugerah Tuhan Yang Maha Esa berupa tanah beserta makhluk hidup di dalamnya yang menunjang keseimbangan kehidupan di bumi. Peserta didik diarahkan untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena tanah dapat dimanfaatkan manusia untuk berbagai aktivitas. Guru dapat mengetahui sikap peserta didik dengan melakukan observasi atau meminta peserta didik menuliskan ungkapan rasa syukurnya pada laporan pengamatan.

g. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta menyimpulkan materi yang telah dipelajari. Kemudian, guru menugasi peserta

didik untuk membawa tanah untuk melakukan Aktivitas 9.2 tentang menentukan tekstur tanah pada pertemuan berikutnya.

Pertemuan 2
Materi: Peran Organisme Tanah

a. Guru mengingatkan peserta didik tentang hewan yang telah ditemukan peserta didik di dalam tanah pada Aktivitas 9.1. Peserta didik diarahkan untuk berpikir apa sebenarnya peran hewan-hewan tersebut? Guru juga dapat memberikan pertanyaan seperti, ”Pernahkah kamu berpikir, hilang ke manakah sampah-sampah yang kita buang ke dalam tanah?”, ”Siapakah yang menguraikan sampah-sampah tersebut di dalam tanah?”. Guru mengarahkan peserta didik berpikir bahwa salah satu peran organisme adalah dekomposer.

b. Peserta didik dibimbing untuk berdiskusi secara klasikal tentang peran organisme tanah yang lainnya. Peserta didik dapat mempelajari materi tentang tekstur tanah. Peserta didik diajak untuk berpikir mengenai peranan organisme tanah dalam membantu menentukan tekstur tanah. Peserta didik diberikan kesempatan untuk menunjukkan sikap percaya diri ketika peserta didik bertanya atau mengungkapkan pendapat.

c. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 9.2 tentang Menentukan Tekstur Tanah. Selama kegiatan pengamatan, guru diharapkan melakukan penilaian terhadap kinerja praktik peserta didik. Pada kegiatan ini peserta didik secara berkelompok diminta mengidentifikasi tekstur tanah yang mereka bawa didasarkan pada tiga jenis, yaitu tanah liat, tanah lempung liat, dan tanah pasir. Kemudian, dapat ditambah dengan keterangan berdebu atau berpasir setelah tanah dirasakan permukaannya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.2 Menentukan Tekstur Tanah

Alternatif Jawaban Menentukan Tekstur Tanah

1. Tanah dapat dibentuk menjadi pita panjang tetapi mudah patah. Tanah demikian disebut tanah liat lempung.
2. Setelah dirasakan, sedikit halus, maka ditambahkan keterangan berdebu, sehingga kesimpulannya jenis tanah tersebut adalah tanah liat lempung berdebu.

Catatan yang perlu diperhatikan guru:

- Ukuran yang tertera pada segitiga identifikasi seperti pasir: 0,5 mm-2,0 mm, debu 0,002 mm-0,5 mm, dan liat kurang dari 0,002 mm, menunjukkan ukuran butirannya, bukan menunjukkan panjang pita atau tebal pita. Ukuran tersebut hanya bersifat informatif agar peserta didik mengetahui perbedaan ukuran partikel/butiran setiap jenis tanah.
- Guru juga harus memahami perbedaan antara tanah liat dan tanah lempung, karena sering kali tanah liat disebut juga tanah lempung. Dalam bahasa Inggris tanah liat disebut *clay,* sedangkan tanah lempung disebut *loam*. Tanah liat merupakan tanah yang tidak banyak campuran pasir dan batuan kecil, berwarna lebih terang dibandingkan lempung. Sementara tanah lempung adalah tanah yang terdiri atas campuran pasir, tanah liat, dan bebatuan.

Kesimpulan kegiatan:

1. Peserta didik memahami pengertian tekstur tanah. Tekstur tanah merupakan besar kecilnya ukuran butiran yang menyusun tanah.
2. Peserta didik dapat membedakan jenis-jenis tanah.
   a. Tanah pasir: butiran tanahnya kasar dan berukuran cukup besar, tidak dapat dibentuk menjadi pita, dan warnanya abu-abu sampai hitam.
   b. Tanah lempung: dapat dibentuk menjadi pita, warna cokelat-hitam dan tekstur terasa halus, tetapi agak kasar karena biasanya terdapat pasir atau kerikil.
   c. Tanah liat: dapat dibentuk menjadi pita yang tipis dan panjang, warna cokelat atau lebih terang dibandingkan tanah lempung dan teksturnya halus.
   d. Ciri yang dapat membedakan jenis tanah adalah tekstur atau besar kecilnya butiran penyusun dan warna tanah.

d. Perwakilan kelompok peserta didik dapat diminta untuk mempresentasikan hasil praktikum dan kelompok peserta didik lain dapat menanggapi, memberi saran, ataupun mengajukan pertanyaan pada kelompok penyaji.

e. Setelah peserta didik berdiskusi tentang tekstur tanah, peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 9.3 untuk mengetahui sifat tanah.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.3 Mengetahui Sifat Tanah

Alternatif Jawaban Hasil Pengamatan

Tabel 9.3 Hasil Pengamatan

Jenis Tanah	Volume Air Awal	Volume Air yang Tertampung
Lempung	100 mL	50 mL
Pasir	100 mL	80 mL

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Tanah pasir. Karena tanah pasir memiliki ukuran butiran lebih besar dan memiliki pori-pori antarbutiran yang longgar yang mudah dilewati oleh air, sehingga air tidak tersimpan pada tanah pasir. Oleh karenanya, volume cairan yang tertampung di botol lebih banyak (80 mL).
2. Tanah lempung. Karena tanah lempung memiliki ukuran butiran kecil dan tampak padat, sehingga air akan sulit melewati tanah lempung. Namun, jika air telah berada di antara butiran tanah lempung, air akan tersimpan/tertahan. Oleh karenanya, volume air yang tertampung di botol lebih sedikit (50 mL).
3. Sifat dari beberapa jenis tanah sebagai berikut.
   a. Tanah lempung: ukuran butirannya kecil, padat, berwarna gelap, sulit ditembus air, dan mampu menahan air.
   b. Tanah pasir: ukuran butirannya besar, berpori, mudah ditembus air, dan tidak dapat menahan air dalam waktu yang lama.

f. Salah satu kelompok peserta didik diminta mempresentasikan hasil Aktivitas 9.3. Kelompok lainnya diberi kesempatan untuk menanggapi, bertanya, atau menambah informasi kepada kelompok penyaji. Selanjutnya, guru memberikan penguatan konsep.

g. Selanjutnya, peserta didik dapat menjawab pertanyaan pada fitur ”Ayo, Kita Pikirkan” tentang kemampuan tanah menyimpan air.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Kemampuan tanah menyimpan air juga dapat dijadikan indikator kemampuan tanah menyimpan nutrisi dalam tanah. Tanah yang memiliki butiran besar, seperti tanah pasir, cenderung tidak dapat menyimpan nutrisi tanah karena nutrisi akan mudah terlarut dan tergerus oleh air. Contoh yang dapat dilihat adalah di padang pasir. Tumbuhan yang hidup di daerah tersebut tidak banyak variasi, hanya tumbuhan dengan karakteristik tertentu seperti kaktus atau rumput yang mampu bertahan dalam kondisi keterbatasan nutrisi.

h. Peserta didik diminta mempresentasikan hasil jawaban dari kegiatan ”Ayo, Kita Pikirkan” dan pada akhir kegiatan pembelajaran peserta didik dibimbing menyusun kesimpulan dari materi pembelajaran yang telah dipelajari pada pertemuan ini.

Pertemuan 3
Materi: Proses Pembentukan Tanah

a. Peserta didik diarahkan untuk berpikir bahwa lempengan bumi terdiri atas lapisan tanah yang tebal. Guru dapat bertanya atau mendorong peserta didik untuk bertanya tentang lama waktu yang diperlukan untuk membentuk lapisan tanah yang tebal tersebut. Peserta didik diarahkan untuk berpikir bahwa pelapukan batuan atau materi organik membutuhkan waktu yang lama sehingga terbentuknya tanah juga membutuhkan waktu yang lama.
b. Peserta didik diajak untuk menalar beberapa hal yang memengaruhi pelapukan dengan memberikan pertanyaan seperti: ”Apa saja yang memengaruhi proses pelapukan batuan?” Peserta didik diharapkan memberikan beberapa alternatif jawaban seperti suhu, waktu, curah hujan, iklim, adanya organisme tanah, jenis batuan, dan topografi tanah. Berdasarkan jawaban peserta didik tersebut, guru bersama peserta didik menggolongkan faktor-faktor yang termasuk faktor fisik, biologi, dan kimia yang memengaruhi pembentukan tanah.
c. Peserta didik diarahkan untuk berpikir bahwa tanah terdiri atas lapisan-lapisan atau horizon tanah. Selanjutnya peserta didik dibimbing untuk berdiskusi secara klasikal mengenai karakteristik tiap-tiap lapisan tanah.
d. Peserta didik dapat mempelajari kandungan nutrisi yang banyak terkandung di lapisan tanah atas. Guru dapat memberikan pertanyaan,

"Bagaimanakah cara kita menjaga agar zat hara di lapisan tanah atas tetap terjaga?" Selanjutnya, peserta didik diajak untuk berpikir adanya faktor alam yang dapat menyebabkan hilangnya nutrisi di permukaan tanah seperti erosi, banjir atau curah hujan yang tinggi.

e. Peserta didik melakukan Aktivitas 9.4 Peran Tumbuhan dalam Mencegah Erosi, untuk menyelidiki upaya-upaya menjaga kandungan nutrisi dalam tanah. Selama kegiatan praktikum, guru diharapkan melakukan penilaian kerja praktik. Guru juga dapat mengingatkan peserta didik untuk berhati-hati ketika bekerja agar campuran air dan tanah tidak mengotori pakaian.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.4 Peran Tumbuhan dalam Mencegah Erosi

Alternatif Jawaban Hasil Pengamatan Kondisi Air

Tabel 9.4 Hasil Pengamatan Kondisi air

Keterangan	Volume Air yang Tertampung	Kondisi Air
Botol 1 (terdapat tumbuhan)	Lebih sedikit dibandingkan botol 2	Sedikit keruh
Botol 2 (tidak terdapat tumbuhan)	Lebih banyak	Sangat keruh (cenderung hitam)

Alternatif Jawaban Diskusi

1. Air pada botol yang terdapat tumbuhannya lebih jernih dibandingkan dengan air pada botol yang tidak ada tumbuhannya. Karena tanah yang terdapat tumbuhannya dapat tertahan oleh akar-akar tumbuhan sehingga tidak dapat dengan mudah terbawa aliran air.
2. Tanah yang dapat menahan air lebih banyak adalah tanah pada botol 1, karena ada akar tumbuhan yang membantu menahan air.
3. Kesimpulan:
   a. Erosi terjadi pada lahan gundul (botol 2) karena pada lahan yang gundul tidak ada yang menahan air. Dengan demikian, air yang tertampung lebih banyak dan berwarna hitam karena tanah ikut terbawa aliran air.
   b. Pada botol 1, tumbuhan berperan dalam menjaga agar tanah tidak terbawa aliran air. Akar-akar tumbuhan menahan tanah dan menjaga agar nutrisi di lapisan atas tanah tidak hilang.

f. Selama membahas hasil percobaan erosi, peserta didik dapat memahami konsep erosi yang terdapat pada fitur ”Ayo, Kita Pahami”. Guru juga dapat memberikan pertanyaan tentang bagaimana upaya menjaga agar tanah tidak kehilangan nutrisi karena faktor alam? Peserta didik diberi kesempatan untuk mengemukakan alternatif jawaban beserta alasannya secara lisan atau tulisan. Peserta didik juga diberi kesempatan untuk bertanya tentang hal-hal yang berkaitan dengan kegiatan praktikum dan upaya lain untuk menjaga kandungan nutrisi dalam tanah.

g. Peserta didik diminta untuk menjawab pertanyaan pada fitur ”Ayo, Kita Diskusikan”. Untuk menyelesaikan ”Ayo, Kita Diskusikan”, peserta didik dapat mengerjakan secara individu terlebih dahulu, kemudian mengerjakannya bersama kelompoknya.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Di semua tanah yang ada di permukaan bumi terdapat organisme tanah. Sebagai contoh Nematoda, merupakan hewan serupa cacing gilig dapat hidup secara luas bahkan di daerah gurun maupun antartika. Nematoda hidup bebas di dalam tanah dan memakan bakteri atau jamur, atau hewan-hewan yang lebih kecil akan sangat membantu mempercepat pergantian materi organik, kemudian melepaskan senyawa-senyawa karbon dan nitrogen ke tanah. Organisme tanah dapat punah apabila habitatnya terganggu. Tanah yang kandungan nutrisinya terus berkurang dapat menyebabkan organisme tanah punah. Kondisi tanah yang terlalu kering, terlalu basah, dan terlalu padat akan menyebabkan organisme tanah punah. Derajat Keasaman (pH) tanah yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan kepunahan organisme tanah.

Cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian organisme tanah sebagai berikut.

- **Menyediakan nutrisi yang cukup**

Sumber makanan utama organisme tanah adalah: kompos, bahan tanaman yang mati, tanaman pupuk hijau, kotoran, dan bangkai hewan.

- **Menyediakan habitat yang sesuai**

Organisme tanah membutuhkan habitat yang baik untuk hidup. Sebagian organisme tanah hidup di lapisan bahan organik di permukaan tanah. Sebagian lagi hidup di tempat yang mereka buat sendiri seperti lubang-lubang dan saluran-saluran. Ada juga organisme tanah yang hidup di dalam pori-pori yang terbentuk secara alami oleh struktur tanah. Beberapa jenis jasad renik hidup di dekat akar tanah karena mereka dapat

memakan cairan eksudasi akar. Jika tanah terbuka dan memadat, habitat untuk tempat hidup organisme tanah menjadi sangat kurang.

- **Organisme tanah membutuhkan air dan udara**

Tanah dengan struktur yang baik memiliki aerasi yang baik dan dapat menyimpan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan organisme tanah. Pada tanah yang kering, banyak jasad renik yang menjalani masa hibernasi dan aktif kembali ketika hujan turun.

h. Peserta didik diberi tugas mengerjakan "Ayo, Kita Cari Tahu" untuk mencari informasi lebih lanjut tentang upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian tanah. Peserta didik dapat mengerjakan tugas ini secara individu di rumah. Hal yang perlu diperhatikan guru ketika menugasi peserta didik adalah kejelasan sumber jawaban peserta didik. Guru meminta peserta didik untuk menuliskan sumber jawabannya. Sumber tidak harus berupa halaman *website* atau buku bacaan. Hasil wawancara dengan orang tua atau diskusi dengan orang lain pun dapat dijadikan sebagai sumber.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian tanah sebagai berikut.

1. Reboisasi.
2. Pengolahan tanah dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia.
3. Pengolahan tanah sesuai jenis tanah.
4. Mengurangi penggunaan bahan-bahan yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*nonbiodegradable*).
5. Menjaga kualitas dan kuantitas air tanah.
6. Membuat terasering, yaitu menanam tanaman dengan sistem berteras-teras untuk mengurangi terjadinya erosi.

i. Setelah mempelajari materi tentang proses pembentukan tanah, peserta didik diminta menyampaikan kepada guru materi yang telah dipahami dan materi yang belum dipahami, kegiatan pembelajaran yang disenangi dan kegiatan pembelajaran yang sulit untuk diikuti, serta menyampaikan perbaikan cara belajar yang dapat dilakukan oleh peserta didik.

Pertemuan 4
Materi: Komponen-komponen Tanah

a. Pada awal kegiatan pembelajaran, guru dapat mengaitkan materi peranan tanah dan proses pembentukan tanah dengan materi yang akan dipelajari, yaitu komponen tanah. Guru dapat memberikan pertanyaan atau mengingatkan peserta didik tentang hasil-hasil praktikum yang telah dilakukan peserta didik dan mengaitkan dengan komponen tanah yang dijumpai peserta didik ketika melakukan praktikum. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi komponen-komponen tanah melalui Aktivitas 9.5

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.5 Mengidentifikasi Komponen Penyusun Tanah

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Komponen tanah yang ditemukan: batuan, tanah, air, rongga udara, makhluk hidup (organisme tanah), dan rumput/tumbuhan. Apabila beberapa komponen tanah, seperti air atau udara sulit teramati, guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan kegiatan penyelidikan lebih lanjut. Guru dapat menggali kreativitas peserta didik untuk membuktikan adanya udara dalam tanah. Adanya udara dalam tanah dapat dibuktikan secara sederhana yakni dengan memasukkan bongkahan tanah ke dalam air. Adanya udara dalam tanah ditunjukkan dengan munculnya gelembung-gelembung udara dalam air.
2. Apabila pada tanah terdapat batuan, kerikil, daun yang lapuk, atau air, biasanya tanah diperoleh dari kebun yang cukup banyak terdapat tumbuhannya, atau dapat berasal dari tanah di sekitar sawah.
3. Tempat pengambilan tanah memengaruhi komponen-komponen yang terdapat di dalamnya karena setiap tempat memiliki karakteristik makhluk hidup yang berada di atas atau di dalamnya. Keberadaan makhluk hidup di dalam tanah sesuai dengan jenis tanah pada kawasan tersebut, karena jenis tanah dapat mendukung keberadaan makhluk hidup di dalamnya.
4. Kesimpulan: komponen tanah terdiri atas batuan, udara, air, dan makhluk hidup.

b. Selanjutnya, peserta didik dapat melakukan kegiatan investigasi tentang komponen tanah lainnya.

c. Agar pemahaman peserta didik lebih mendalam tentang komponen tanah, dapat ditunjang dengan Aktivitas 9.6 Mengetahui Kandungan Air pada Tanah.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.6 Mengetahui Kandungan Air pada Tanah

Alternatif Jawaban Diskusi:

Plastik yang berisi air: akan tampak adanya uap air. Plastik berisi air ini digunakan sebagai alat untuk menunjukkan bahwa adanya air dapat dilihat dari terbentuknya uap air pada plastik. Dengan demikian, peserta didik dapat membandingkan dengan plastik yang berisi tanah. Apabila tanah mengandung air, akan terbentuk uap air.

1. Plastik berisi tanah kebun: terdapat uap air.
2. Plastik berisi pasir: terdapat uap air.
3. Jika dibandingkan antara keduanya, uap air yang terdapat pada pasir lebih sedikit dibandingkan tanah kebun.

Alternatif Kesimpulan:

Pada tanah terdapat air. Hal tersebut dibuktikan dengan terbentuknya uap air.

d. Guru selanjutnya dapat mengaitkan banyak sedikitnya uap air yang terbentuk dengan sifat tiap-tiap jenis tanah. Contoh: tanah pasir lebih sedikit uap airnya dibandingkan tanah kebun. Hal tersebut menunjukkan bahwa sifat tanah pasir berpori, sehingga kemampuan pasir menyerap air kurang.

e. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diminta untuk menyampaikan kesimpulan dari materi yang telah dipelajari serta refleksi diri terkait dengan proses pembelajaran yang telah dilakukan.

Pertemuan 5
Materi: Komponen Tanah

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran tentang komponen tanah dengan meningkatkan kembali beberapa komponen tanah yang telah diidentifikasi pada pertemuan sebelumnya.

b. Peserta didik diarahkan untuk memahami bahwa di dalam tanah juga terdapat mineral-mineral yang dapat menunjang nutrisi bagi tumbuhan atau mikroorganisme di dalam tanah. Guru juga dapat mengingatkan pengetahuan peserta didik tentang pembentukan tanah yang berasal dari pelapukan bantuan dan kerak bumi sehingga di dalam tanah terdapat mineral.

c. Selanjutnya, peserta didik diajak untuk menganalisis keterkaitan antara kandungan mineral tanah dengan tingkat kesuburan tanah.

d. Guru memberikan pertanyaan untuk mendorong peserta didik melakukan kegiatan investigasi sederhana tentang cara mengetahui kesuburan tanah. ”Bagaimanakah cara kita mengetahui tingkat kesuburan tanah dengan mudah?”. Selanjutnya, peserta didik diarahkan melakukan Aktivitas 9.7 tentang mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah. Bahan yang dapat disediakan guru adalah kertas lakmus atau pH universal, tetapi apabila tidak tersedia, guru dapat menggunakan kunyit sebagai indikator alami. Bahan lain dapat disediakan oleh peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 9.7 Mengidentifikasi Tingkat Kesuburan Tanah

Alternatif Jawaban Hasil Identifikasi

Tabel 9.5 Contoh Hasil Identifikasi Kesuburan Tanah

Jenis Tanah	Kertas Lakmus	Kunyit	Indikator Universal	Kesimpulan pH Tanah
Tempat A	Lakmus biru→ berubah menjadi merah	Warna kuning memudar	Nilai pH 5	Asam
Tempat B	Lakmus biru → tidak terjadi perubahan warna	Warna kuning tidak memudar	Nilai pH 7	Netral

Alternatif Jawaban Diskusi:

1. Tanah daerah A: pH 5→ tanah asam dan tanah daerah B: pH 7→tanah normal.
2. Daerah A: cokelat dan daerah B: hitam.
3. pH normal dan warna tanah hitam menunjukkan bahwa tanah tersebut subur.
4. Tanah di daerah A bersifat asam dan kurang subur, sedangkan tanah B subur.

e. Selanjutnya, peserta didik bersama guru dapat merangkum atau menegaskan kembali berbagai hal mengenai komponen-komponen tanah dan sebagian komponen tanah yang telah diidentifikasi yakni; batuan, udara, air, humus, mineral, dan komponen organik.

f. Sebelum pembelajaran diakhiri, peserta didik diarahkan untuk membaca fitur "Tahukah Kamu?" untuk menambah informasi dan pengetahuan tentang mineral tanah.

g. Materi upaya menjaga kelestarian tanah dapat dibelajarkan dengan menggunakan metode tanya jawab dengan peserta didik. Bisa juga dengan meminta peserta didik berdiskusi dalam kelompok untuk menyusun poster atau peta konsep atau *mind map* atau tayangan *power point* tentang upaya menjaga kelestarian tanah. Kemudian, peserta didik dapat diminta menyampaikan produk hasil diskusi tiap-tiap kelompok di depan kelas.

h. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diarahkan untuk membaca fitur "Ayo, Kita Renungkan" dan menjawab beberapa pertanyaan reflektif di dalamnya. Selain itu, peserta didik juga diingatkan agar mempelajari materi Bab 9 kembali untuk persiapan ulangan harian pada pertemuan selanjutnya.

C. Penilaian dan Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan dapat dilihat pada Tabel 9.6.

Tabel 9.6 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 9 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Tanah bagi kehidupan	✓			✓		
	Tekstur tanah	✓	✓	✓			
	Sifat tanah				✓		
	Erosi				✓		
	Komponen penyusun tanah	✓			✓		
	Keberadaan air pada tanah			✓	✓		
	Tingkat kesuburan tanah	✓			✓		
Ayo, Kita Selesaikan	Sifat tanah			✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Organisme tanah		✓		✓		
Ayo Kita Cari Tahu	Peranan tanah		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Nutrisi dalam tanah				✓		
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Lapisan tanah					✓	✓

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan dapat dilihat pada Tabel 9.7.

Tabel 9.7 Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 9 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi peran tanah		A1				
Mengidentifikasi sifat masing-masing jenis tanah	A9			A2 B2		

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menganalisis keterkaitan antara jenis tanah dengan organisme tanah yang tinggal di dalamnya				B5		
Menganalisis proses pembentukan tanah dan faktor-faktor yang memengaruhinya				A7		
Mengidentifikasi komponen penyusun tanah		A8				
Memprediksi faktor-faktor yang menyebabkan hilangnya nutrisi tanah	A5		A10			
Menganalisis manfaat terasering sebagai salah satu cara mengurangi hilangnya nutrisi dalam tanah	A6	B3				
Mengidentifikasi lapisan-lapisan tanah dan karakteristiknya	A4			B1		
Menganalisis keterkaitan antara karakteristik tanah dengan pembentukan lapisan tanah				A3		
Menjelaskan keterkaitan peran makhluk hidup terhadap ketersediaan mineral dalam tanah				B4		

D. Materi Pengayaan

Proses Pembentukan Lapisan Tanah

Proses pembentukan lapisan tanah dipengaruhi oleh iklim, suhu, topografi tanah, relief, dan kontur tanah. Aliran air, curah hujan, dan pergerakan lempeng bumi akan memengaruhi kontur tanah dan lapisan-lapisan tanah. Selama berjuta tahun siklus global seperti siklus hidrologi, dan siklus materi akan terkait satu sama lain dalam menentukan lapisan-lapisan tanah.

Ada beberapa kemungkinan teori tentang terbentuknya lapisan tanah, yaitu secara superposisi, horizontal, dan lateral.

1. Superposisi, merupakan pembentukan lapisan tanah, dalam hal ini lapisan bawah merupakan batuan yang terbentuk lebih tua dibandingkan dengan lapisan atasnya karena lapisan bawah terbentuk terlebih dahulu.

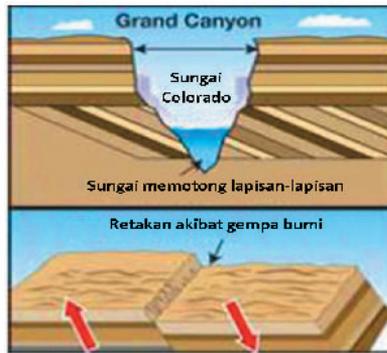
Sumber: Hughes, 2007

Gambar 9.1 Ilustrasi Terjadinya Superposisi. Tampak seperti Tumpukan Koran, Semakin ke Atas Merupakan Lapisan Baru

2. Horizontal, merupakan pembentukan lapisan tanah akibat butiran sedimen mengendap di dasar perairan karena gaya gravitasi. Seiring dengan waktu, lapisan horizontal ini kemudian dapat menjadi lapisan batuan. Terkadang lapisan batuan juga ditemukan dalam posisi vertikal. Hal tersebut terjadi karena pergerakan bumi sehingga secara perlahan mengubah posisi horizontal menjadi vertikal.

Sumber: Hughes, 2007

Gambar 9.2 Ilustrasi Terjadinya Lapisan Tanah Secara Horizontal

3. Lateral, merupakan teori yang menyatakan bahwa lapisan tanah terjadi ketika lapisan sedimen terbentuk semuanya meluas ke segala arah secara horizontal. Kemudian, terjadi pemisahan yang dapat disebabkan oleh erosi atau gempa bumi sehingga terbentuk lapisan tanah secara lateral.

Sumber: Hughes, 2007

Gambar 9.3 Ilustrasi Terjadinya Lapisan Tanah secara Lateral

E. Interaksi dengan Orang Tua

Orang tua dapat membantu peserta didik untuk memberikan penjelasan tentang beberapa jenis tanah di sekitar lingkungan rumah. Orang tua juga dapat membantu peserta didik untuk mendapatkan alat dan bahan yang diperlukan peserta didik dalam kegiatan praktikum, misalnya berbagai jenis tanah.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. A
2. B
3. C
4. A
5. B
6. A
7. A
8. C
9. A
10. D

2. Uraian

1. Botol A karena susunannya tepat, lapisan teratas merupakan lapisan lempung yang terdiri atas campuran tanah liat, pasir, dan bebatuan sehingga aerasi cukup baik untuk akar tumbuhan. Tanah lempung juga merupakan tanah yang mampu menahan air dan nutrisi yang cukup untuk tumbuhan. Lapisan kedua merupakan tanah pasir, yang memiliki ukuran butiran besar sehingga dapat menyediakan

udara yang cukup untuk akar tanaman dan menjaga agar akar tidak membusuk. Lapisan terakhir adalah tanah liat yang memiliki sifat padat, sulit ditembus air sehingga keberadaan air dalam botol dapat terjaga dalam waktu yang cukup lama.

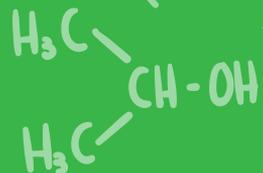
Pada botol B, lapisan teratas adalah tanah liat, dengan karakteristik tanah liat yang sulit ditembus air, akibatnya aerasi untuk akar tanaman kurang baik sehingga memungkinkan akar tanaman busuk.

2. Tanah yang paling cepat mengendap adalah tanah pada Tabung A. Tanah pasir memiliki ukuran butiran yang besar sehingga lebih cepat mengendap.
3. Keuntungan terasering yaitu mengurangi laju aliran air sehingga air dapat tertahan dan meresap di dalam tanah, dapat mengurangi hilangnya tanah dari permukaan, dan mengurangi hilangnya nutrisi tanah akibat hujan atau erosi.
4. Nitrat merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan tanaman. Tanah di daerah yang banyak terdapat tumbuhannya lebih sedikit mengandung nitrat karena nitrat diserap tumbuhan sebagai nutrisi untuk menunjang kehidupannya.
5. Semakin dalam tanah, maka semakin sedikit ditemukan organisme karena lapisan tanah terdalam terdiri atas batuan.

G. Tugas Proyek

Tugas proyek dapat dilakukan oleh kelompok peserta didik yang beranggotakan 3-5 orang. Tugas proyek dimulai pada pertengahan bab, setelah peserta didik memahami konsep struktur dan tekstur tanah. Waktu yang diperlukan untuk pengamatan adalah dua minggu. Guru lebih baik menentukan jenis tumbuhan yang sama untuk satu kelas. Agar hasil proyek satu kelas lebih valid, karena tidak ada faktor lain yang memengaruhi pertumbuhan tanaman selain lapisan tanah yang disusun peserta didik.

Petunjuk Pembelajaran: Teknologi Ramah Lingkungan

Sumber: Dok. Kemdikbud

A. Pengantar

Bab ini memuat materi tentang pengertian dan prinsip dasar teknologi ramah lingkungan, tentang aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam beberapa bidang, yaitu: bidang energi, bidang transportasi, bidang lingkungan, dan bidang industri. Pada bagian selanjutnya juga akan dijelaskan tentang energi yang tidak ramah lingkungan atau energi yang tidak dapat diperbarui yaitu bahan bakar minyak dan batu bara, serta dampak negatif dari penggunaan bahan bakar tersebut. Kegiatan untuk membelajarkan bab ini di antaranya adalah dengan berdiskusi tentang syarat teknologi ramah lingkungan, mengobservasi kawasan industri di daerah sekitar, membuat alat penjernihan air sederhana, mengidentifikasi berbagai sumber energi di daerah sekitar yang berpotensi menjadi sumber energi alternatif pada masa depan, serta berdiskusi untuk dapat membedakan prinsip teknologi ramah lingkungan dan tidak ramah lingkungan. Kegiatan proyek pada bab ini adalah dengan melakukan observasi potensi energi alternatif di lingkungan sekitar peserta didik. Peserta didik mengidentifikasi sumber energi alternatif yang ada di daerahnya, kemudian menganalisis kemungkinan penerapannya dengan memperhatikan kelebihan dan kekurangannya.

1. Kompetensi Dasar

3.10 Menganalisis proses dan produk teknologi ramah lingkungan untuk keberlanjutan kehidupan.

4.10 Menyajikan karya tentang proses dan produk teknologi sederhana yang ramah lingkungan.

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Pada kegiatan pembelajaran di kelas, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.10 dan KD 4.10.

3.10.1 Mengidentifikasi perbedaan teknologi yang ramah lingkungan dan teknologi yang tidak ramah lingkungan

3.10.2 Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan

3.10.3 Menjelaskan mekanisme kerja alat-alat yang menerapkan teknologi ramah lingkungan

3.10.4 Mengidentifikasi penerapan teknologi ramah lingkungan di sekitar tempat tinggal peserta didik

3.10.5 Menganalisis dampak positif dan negatif penerapan teknologi di sekitar tempat tinggal peserta didik terhadap lingkungan

3.10.6 Merumuskan ide atau saran untuk mengatasi dampak negatif penerapan teknologi di sekitar tempat tinggal peserta didik

3.10.7 Mengidentifikasi bentuk aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam beberapa bidang seperti bidang energi, bidang transportasi, bidang lingkungan, dan bidang industri
3.10.8 Merumuskan ide untuk menghemat energi yang mudah dilakukan dalam kehidupan sehari-hari
3.10.9 Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi yang tidak ramah lingkungan
3.10.10 Menjelaskan mekanisme pengolahan minyak bumi
3.10.11 Menentukan penerapan sumber energi yang tepat guna berdasarkan kondisi suatu daerah
3.10.12 Memprediksi kerusakan yang timbul di lingkungan sekitar akibat teknologi tidak ramah lingkungan
4.10.1 Menyajikan data sumber energi alternatif yang ada di sekitar tempat tinggal peserta didik
4.10.2 Mendaftar kelebihan dan kekurangan penerapan sumber energi alternatif di sekitar tempat tinggal peserta didik
4.10.3 Menentukan energi alternatif yang paling sesuai atau yang paling mungkin diterapkan di lingkungan sekitar peserta didik

3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 10 Teknologi Ramah Lingkungan diperkirakan memerlukan waktu 10 sampai 12 jam atau 5 sampai 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

Tabel 10.1 Materi Pembelajaran Tiap Pertemuan

Pertemuan Ke	Materi
1	Pengertian dan prinsip teknologi ramah lingkungan
2	Aplikasi teknologi ramah lingkungan ▪ Teknologi ramah lingkungan pada bidang energi ▪ Teknologi ramah lingkungan pada bidang transportasi
3	Aplikasi teknologi ramah lingkungan ▪ Teknologi ramah lingkungan pada bidang lingkungan ▪ Teknologi ramah lingkungan pada bidang industri
4	▪ Perilaku hemat energi dalam keseharian
5	▪ Teknologi tidak ramah lingkungan
6	Ulangan harian

4. Materi Esensial

a. Berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan, teknologi dapat dibagi menjadi teknologi ramah lingkungan dan teknologi tidak ramah lingkungan. Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi atau batu bara, menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan serta berpotensi merusak keseimbangan alam, dan ekosistem. Teknologi ramah lingkungan merupakan bentuk aplikasi teknologi dengan tujuan memberi kemudahan bagi aktivitas dan pemenuhan kebutuhan manusia dengan memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Beberapa prinsip teknologi ini di antaranya adalah tidak menghasilkan limbah yang berbahaya serta menggunakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui.

b. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi antara lain teknologi *biofuel*, biogas, sel surya, serta pembangkit listrik tenaga air, tenaga pasang surut air laut, tenaga angin, geotermal, *fuel cell*, dan *hydrogen power*. Prinsip teknologi ramah lingkungan di bidang energi adalah dengan memanfaatkan sumber energi alam yang melimpah dan dapat diperbarui.

c. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang lingkungan adalah biopori, fitoremidiasi, teknologi toilet pengompos, dan teknologi pemurnian air. Prinsip teknologi ramah lingkungan di bidang lingkungan adalah dengan mengolah limbah agar tidak berbahaya bagi lingkungan dan limbah dapat menghasilkan produk atau sumber energi baru yang bermanfaat.

d. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang transportasi, misalnya kendaraan hidrogen, bus surya, mobil listrik. Contoh teknologi ramah lingkungan di bidang industri adalah *biopulping*.

e. Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, seperti minyak bumi atau batu bara. Selain itu, teknologi tidak ramah lingkungan juga kurang memperhatikan kelestarian lingkungan.

f. Perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari di antaranya adalah mengurangi penggunaan alat transportasi dengan bahan bakar minyak. Perilaku yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan kendaraan umum dan mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. Mulai menggunakan alat transportasi yang ramah lingkungan seperti sepeda dan mobil dengan sumber energi listrik atau cahaya matahari. Memanfaatkan biogas sebagai pengganti elpiji.

B. Kegiatan Pembelajaran

Pada pembelajaran Bab 10 Teknologi Ramah Lingkungan, guru dapat menerapkan model pembelajaran *Group Investigation* (GI), *Discovery Learning*, *Creative Problem Solving* (CPS), dan model pembelajaran lain yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

Pertemuan 1
Materi: Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan yang telah menciptakan berbagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhan. Guru mengajak peserta didik untuk berpikir mengenai berbagai sumber energi yang ada di alam. Beberapa sumber energi di antaranya adalah cahaya matahari, angin, panas bumi, dan bahan bakar fosil. Guru juga mengajak peserta didik untuk menggunakan secara bijak sumber energi yang telah diciptakan Tuhan dan menjaga ketersediaannya sebagai suatu bentuk syukur atas segala nikmat Tuhan.

b. Pada awal pembelajaran, peserta didik dapat membaca sejarah singkat penemuan bahan bakar fosil dan pengolahan minyak bumi sehingga dapat dimanfaatkan seperti yang ada pada saat ini. Guru dapat mendorong peserta didik bertanya tentang alasan mengapa saat ini mulai banyak diciptakan sumber energi alternatif untuk menggantikan bahan bakar minyak. Kegiatan awal ini mengajak peserta didik untuk bersyukur karena Tuhan telah memberi akal dan pikiran kepada manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi, sehingga kita lebih mudah memanfaatkan berbagai sumber energi tersebut.

c. Guru menggali pengetahuan awal peserta didik tentang pengertian dan contoh sumber energi yang tidak dapat diperbarui dan sumber energi yang dapat diperbarui. Selanjutnya, pengetahuan peserta didik dapat dikaitkan dengan beberapa dampak yang ditimbulkan dari penggunaan bahan bakar minyak (BBM), sehingga saat ini mulai dikembangkan teknologi yang ramah lingkungan.

d. Peserta didik dapat membangun pengetahuannya sendiri tentang teknologi ramah lingkungan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan pada fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang teknologi ramah lingkungan. Peserta didik dapat mengerjakan ”Ayo, Kita Diskusikan” dalam buku tugas dan melakukan diskusi dengan teman sebangku.

e. Selanjutnya, guru bersama peserta didik melakukan diskusi secara klasikal. Pada saat berdiskusi, peserta didik dapat mengajukan pertanyaan atau memberi tanggapan terkait dengan prinsip teknologi ramah lingkungan.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Tabel 10.2 Perbedaan Bus dan Mobil Surya dan Dampak yang Dihasilkan

Aspek yang Diamati		Bus	Mobil Surya
Bahan bakar	Sumber	Bensin	Matahari
	Keterbaruan	Tidak dapat diperbarui	Dapat diperbarui
	Keramahan lingkungan	Tidak ramah lingkungan	Ramah lingkungan
Emisi		Karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hindrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NO_x) dan sulfur (SO_x), dan partikulat debu termasuk timbal (Pb)	Tidak menghasilkan emisi karbon
Dampak	Jangka pendek	Gangguan pernapasan	- Lebih cepat panas sehingga membutuhkan alat pendingin ekstra - Waktu isi ulang daya lebih lama
	Jangka panjang	Manusia: - Pengaruh pada beberapa sistem organ,seperti paru-paru, jantung, dan saluran pencernaan. Dapat memicu timbulnya kanker Pada lingkungan: - Gas SO_2 dapat menimbulkan bercak atau noda putih atau cokelat merah pada permukaan daun	Menghemat pengeluaran uang untuk energi

Aspek yang Diamati		Bus	Mobil Surya
		- Penipisan lapisan ozon - Hujan asam - Meningkatnya suhu bumi	

- Kendaraan yang ramah lingkungan adalah mobil bertenaga surya karena lebih ramah lingkungan, tidak menghasilkan emisi yang berbahaya, dan menggunakan bahan bakar yang dapat diperbarui.
- Guru juga harus memberi kesempatan kepada peserta didik untuk merumuskan sendiri pengertian teknologi ramah lingkungan.
- Selama kegiatan diskusi, diharapkan guru dapat melakukan penilaian terhadap sikap percaya diri peserta didik.

f. Peserta didik dapat memperkuat dan memperjelas prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan dengan mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Cari Tahu”.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Pada teknologi ramah lingkungan diterapkan prinsip-prinsip sebagai berikut.

1. Mengganti penggunaan bahan-bahan atau sumber daya yang tidak dapat diperbarui, misalnya minyak bumi, dengan bahan-bahan atau sumber daya yang dapat diperbarui, misalnya sinar matahari.
2. Mengganti penggunaan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang dengan bahan-bahan yang dapat didaur ulang.
3. Tidak menghasilkan emisi atau limbah yang berbahaya bagi lingkungan, seperti mobil surya yang menggunakan energi dari cahaya matahari untuk menggerakkan motor.
4. Memperhatikan keseimbangan antara lingkungan, sosial, kesehatan, dan ekonomi masyarakat. Dengan menggunakan energi matahari untuk menggerakkan motor, tidak ada sisa gas buang (asap) seperti SO_2, CO, CO_2 sehingga lingkungan lebih bersih dan kesehatan kita juga tidak terganggu dengan adanya asap.
5. Memperhatikan kondisi lingkungan saat ini dan keberlangsungannya pada masa depan. Gas CO_2 yang dikeluarkan kendaraan yang

menggunakan bahan bakar minyak dapat menyebabkan suhu bumi semakin meningkat. Akibatnya, es di kutub mencair sehingga beberapa pulau akan tenggelam. Mobil surya tidak menghasilkan gas CO_2 sehingga akan menjaga lingkungan pada masa depan.

g. Peserta didik dapat memperdalam pemahaman tentang perbedaan teknologi ramah lingkungan dan teknologi tidak ramah lingkungan melalui kegiatan pengamatan di lingkungan sekitar pada Aktivitas 10.1 Mengidentifikasi Proses, Teknologi, dan Permasalahan Lingkungan. Guru dapat memodifikasi atau menyesuaikan aspek pengamatan sesuai dengan lingkungan sekitar peserta didik.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.1 Mengidentifikasi Proses, Teknologi, dan Permasalahan Lingkungan

1. Contoh deskripsi hasil observasi:
   a. Kawasan/nama tempat: persawahan daerah Malang
   b. Teknologi/alat yang digunakan: traktor, mesin penggiling, dan mesin pemanen padi
   c. Bahan baku/bahan bakar: bensin dan solar
   d. Produk: padi

2. Cara kerja:
   a. Traktor merupakan alat yang digunakan untuk membajak sawah, menggunakan bahan bakar bensin untuk traktor roda dua dan menggunakan mesin diesel berbahan bakar solar untuk traktor roda empat. Traktor menggunakan prinsip pemutar sehingga dapat membalik tanah.
   b. Mesin pemanen padi: mesin akan memotong batang padi dan hasil potongan dilepaskan ke samping mesin berjalan, sehingga masih menggunakan tenaga kerja manusia untuk mengumpulkannya.
   c. Mesin penggiling padi: mesin akan merontokkan gabah yang masih dimalai (tangkai padi) dengan cara menyisir malai langsung di pertanaman dan gabah yang rontok dimasukkan ke dalam bak penampung. Apabila bak telah terisi penuh, dilakukan pergantian bak penampung lain yang sudah disiapkan sebagai cadangan untuk menghindari kehilangan waktu kerja mesin

3. Prinsip ramah lingkungan: alat-alat pertanian tersebut tidak ramah lingkungan karena selain bising juga masih menggunakan bahan bakar minyak sehingga menghasilkan emisi karbon.
4. Limbah yang dihasilkan berupa emisi karbon akibat sisa pembakaran mesin. Meskipun tidak menghasilkan emisi sebesar kendaraan bermotor, tetapi emisi karbon dari mesin pertanian juga dapat mencemari lingkungan.
5. Solusi: petani dapat meminimalkan penggunaan traktor, membajak sawah dapat dilakukan menggunakan bantuan tenaga kerbau atau sapi. Atau menggunakan traktor tenaga uap sehingga tidak menghasilkan emisi karbon.

h. Sebelum pembelajaran diakhiri, guru memberi tugas peserta didik untuk membaca materi aplikasi teknologi ramah lingkungan dan membuat materi presentasi dengan *power point* (materi tiap kelompok berbeda subbabnya).

Pertemuan 2
Materi: Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan Bidang Energi dan Bidang Transportasi

a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk mengingat kembali beberapa energi listrik alternatif yang telah dipelajari pada bab 5 materi kelistrikan dan teknologi listrik di lingkungan. Pada bab 5, peserta didik telah mengetahui beberapa sumber energi listrik alternatif, seperti energi matahari, energi angin, energi air, dan bioenergi. Bentuk energi yang dicontohkan pada bab 5 tersebut merupakan pengetahuan awal peserta didik yang dapat menjadi dasar untuk mempelajari teknologi ramah lingkungan di bidang energi pada bab 10 ini. Aplikasi teknologi ramah lingkungan bidang energi pada bab ini mempelajari bentuk energi alternatif yang lebih lanjut dan tidak hanya sumber energi untuk listrik.

b. Pada topik aplikasi teknologi ramah lingkungan pada bidang energi dan transportasi ini, guru dapat menerapkan metode presentasi. Materi ini dapat dibagi untuk dipresentasikan oleh tiap-tiap kelompok. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan tugas yang telah diberikan pada pertemuan sebelumnya. Jika di sekolah terdapat fasilitas LCD proyektor, peserta didik dapat menyajikan presentasinya menggunakan *slide power point*. Jika tidak ada fasilitas LCD Proyektor, peserta didik dapat membuat sajian presentasi dengan menunjukkan foto atau membuat bagan menggunakan kertas manila.

c. Setiap kelompok peserta didik mempresentasikan aplikasi topik yang berbeda yakni aplikasi Teknologi ramah lingkungan bidang energi yang meliputi: *biofuel*, biogas, sel surya, *hydropower*, pembangkit

listrik tenaga pasang surut air laut dan ombak, pembangkit listrik tenaga angin, geotermal, serta *fuel cell* dan *hydrogen power*. Tiap-tiap kelompok dapat menjelaskan secara singkat mekanisme perolehan energi dari berbagai sumber tersebut, kelebihan dan kekurangan tiap-tiap sumber energi, serta teknologi yang sesuai untuk Indonesia dan sudah diterapkan di Indonesia berdasarkan bahan bacaan di Buku Siswa atau sumber tambahan lainnya.

d. Untuk membahas teknologi ramah lingkungan bidang transportasi, peserta didik diarahkan untuk mendiskusikan keterkaitan sumber energi yang diperoleh dari berbagai sumber energi alternatif dengan alat transportasi yang ramah lingkungan, seperti kendaraan hidrogen, mobil dengan menggunakan tenaga surya, dan mobil listrik.

e. Saat membahas kendaraan ramah lingkungan, peserta didik diarahkan untuk membaca beberapa tambahan informasi pada fitur ”Tahukah Kamu” agar peserta didik mengetahui kemajuan dan potensi Indonesia dalam mengembangkan kendaraan ramah lingkungan.

f. Sebelum mengakhiri pembelajaran, guru meminta peserta didik untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari. Guru memberi tugas untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Diskusikan” tentang pemanfaatan energi matahari untuk dikembangkan sebagai teknologi ramah lingkungan di Indonesia. Tugas ini dikerjakan dengan teman sebangku dan dikumpulkan pada pertemuan selanjutnya.

Pertemuan 3
Materi: Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan

a. Pada awal pembelajaran peserta didik diingatkan kembali tentang pentingnya menjaga lingkungan, serta beberapa aplikasi teknologi ramah lingkungan pada bidang energi dan transportasi yang telah dibahas sebelumnya.

b. Peserta didik dapat membaca beberapa informasi tentang menjaga kelestarian lingkungan melalui biopori, bioremediasi, dan toilet pengompos (*composting toilet*).

c. Selanjutnya, peserta didik dapat mengaplikasikan salah satu bentuk teknologi ramah lingkungan dengan membuat pemurnian air secara sederhana pada Aktivitas 10.2. Beberapa hal yang perlu diperhatikan guru dalam kegiatan ini sebagai berikut.

   1. Setiap kelompok diberi kebebasan untuk menyusun urut-urutan bahan pada tabung penyaringan. Hal ini berguna untuk merangsang kreativitas peserta didik.

2. Guru membimbing peserta didik untuk dapat memberi argumen tentang alasan mereka memilih penyusunan bahan penyaring air yang berbeda dengan yang ada pada petunjuk di Buku Siswa.
3. Guru juga harus memotivasi peserta didik bahwa peserta didik tidak boleh takut salah dalam menyusun, sehingga peserta didik lebih bebas melakukan eksplorasi sesuai kreativitasnya.
4. Semakin banyak perbedaan susunan bahan dalam alat penjernihan pada setiap kelompok, akan menimbulkan banyak bahan diskusi menarik dalam diskusi.
5. Pada saat membandingkan hasil penyaringan pada setiap kelompok, guru dapat mengajak peserta didik untuk melakukan analisis tentang urutan bahan yang sesuai dan efektif untuk penjernihan air.
6. Guru dapat memberi penghargaan pada kelompok yang mampu membuat alat penyaring yang menghasilkan air paling jernih. Hal ini dilakukan untuk memotivasi peserta didik.
7. Guru dapat melakukan penilaian terhadap sikap gotong royong dan kreativitas peserta didik. Pedoman penilaian dapat dilihat pada Bab 3 Bagian Umum.

Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

Aktivitas 10.2 Membuat Alat Pemurnian Air Sederhana

Alternatif Jawaban Hasil Diskusi

1. Air yang semula kotor apabila dimasukkan alat pemurnian air berubah menjadi jernih karena partikel-partikel yang terlarut dalam air yang kotor tersebut akan tersaring oleh pasir, ijuk, dan kapas. Arang akan membantu mengurangi kuman dan menyerap kotoran yang ada dalam air sehingga air menjadi jernih.

2. Kualitas air dapat dilihat dari kejernihannya. Apabila kelompok-kelompok peserta didik memperoleh air dengan tingkat kejernihan yang berbeda-beda, hal ini karena pengaruh susunan bahan dalam alat penjernihnya. Apabila pada bagian paling atas diisi pasir atau kerikil, air yang kotor tidak dapat tersaring dengan baik karena bahan tersebut memiliki porositas yang tinggi. Bahan-bahan seperti kerikil, batu, dan pasir yang memiliki porositas yang cukup tinggi akan membantu mengalirkan air ke lapisan di bawahnya. Sementara itu, bahan seperti ijuk atau kapas akan membantu menahan air yang kotor agar tidak terlalu cepat mengalir sehingga kotoran yang ada di dalamnya akan tersaring dengan baik.

3. Alat penjernih yang tersusun dengan komposisi pasir atau kerikil yang lebih banyak, maka akan cepat menyaring air, tetapi hasilnya kurang jernih. Apabila susunan bahannya terdiri atas bahan yang mampu menahan air, seperti arang atau ijuk yang cukup banyak, air hasil penyaringan akan lebih jernih. Tetapi kecepatan penyaringannya lebih lambat. Jadi, hubungan antara kecepatan pemurnian air dengan air yang dihasilkan adalah semakin cepat air yang mengalir maka air yang dihasilkan kurang jernih. Sebaliknya, semakin lambat air mengalir melalui alat penjernih, air yang dihasilkan semakin jernih.
4. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah air yang kotor dapat dijernihkan dengan menggunakan penyaring yang tersusun atas beberapa bahan. Bahan-bahan tersebut akan mengendapkan kotoran dalam air sehingga dapat menghasilkan air yang jernih. Komposisi bahan penyaring yang tepat akan membantu kecepatan penjernihan air dan kejernihan air yang dihasilkan.

d. Setelah peserta didik melakukan salah satu contoh aplikasi teknologi ramah lingkungan yakni pemurnian air, selanjutnya peserta didik membahas prinsip pemurnian air yang lain yakni teknologi osmosis balik.
e. Untuk memahami osmosis balik, peserta didik diminta untuk mengingat terlebih dahulu konsep osmosis yang telah dipelajari pada kelas VIII. Peserta didik diminta melihat Gambar 10.22 Set Percobaan Osmosis di Buku Siswa. Selanjutnya, guru mengingatkan kembali konsep tentang osmosis. Konsep yang ditekankan tentang osmosis adalah suatu peristiwa perpindahan pelarut dari larutan yang berkonsentrasi rendah (encer) ke larutan yang berkonsentrasi tinggi (pekat) melalui membran semi-permeabel.
f. Peserta didik dapat memahami prinsip osmosis balik dengan melihat Gambar 10.23 Set Percobaan Osmosis Balik di Buku Siswa. Guru dapat meminta peserta didik untuk mencermati perbedaan set percobaan pada Gambar 10.22 dan Gambar 10.23. Selanjutnya, guru meminta peserta didik menyampaikan gagasannya tentang konsep osmosis balik. Konsep osmosis balik adalah dengan mencegah terjadinya osmosis alami dengan memberi tekanan yang besar sehingga air yang semula akan bergerak dari larutan encer ke larutan pekat akan bergerak sebaliknya.
g. Selanjutnya, peserta didik dapat diarahkan untuk membaca tentang *biopulping* yang merupakan salah satu contoh aplikasi teknologi ramah lingkungan pada bidang industri.

h. Sebelum pembelajaran diakhiri, peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari. Peserta didik juga dapat diminta untuk menyampaikan refleksi diri terkait pembelajaran yang telah dilakukan.

Pertemuan 4
Materi: Perilaku Hemat Energi

a. Pada awal kegiatan pembelajaran, guru memberi kesempatan kepada setiap peserta didik untuk mengemukakan pendapatnya secara tertulis tentang perilaku hemat energi. Guru dapat memberi pertanyaan reflektif terlebih dulu untuk membimbing peserta didik agar dapat menciptakan ide-ide kreatif tentang perilaku hemat energi. Beberapa pertanyaan reflektif yang diajukan sebagai berikut.
   1. Menurut pendapatmu mengapa kita perlu menghemat energi?
   2. Apa saja perilaku sehari-hari yang dapat menghemat energi?

b. Peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur ”Ayo, Kita Selesaikan” tentang perilaku hemat energi secara individu.

c. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menukarkan pekerjaannya dengan teman sebangkunya. Pendapat yang telah ditulis tersebut, selanjutnya diberi komentar, kritik, atau saran oleh teman sebangkunya. Hal ini bertujuan untuk melatih peserta didik berpikir reflektif dan evaluatif tentang hasil kerjanya.
   - Berdasarkan kekurangan dalam pelaksanaan perilaku hemat energi yang sudah kamu kemukakan tersebut, sebagai seorang peserta didik, apakah upaya unik dan menarik yang dapat kamu lakukan sehingga efektif untuk mengajak orang-orang di sekitarmu lebih bijak dalam menggunakan energi?

d. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi dengan teman sebangku. Peserta didik yang tidak berpresentasi dapat mengajukan pertanyaan atau menambah informasi.

e. Guru dapat memberi konfirmasi terhadap materi yang dipelajari dan hasil presentasi serta diskusi yang telah dilakukan oleh para peserta didik. Jika diperlukan, guru dapat memberi penghargaan kepada kelompok peserta didik yang dapat memberi penjelasan dengan baik kepada teman-temannya, peserta didik paling aktif, atau kelompok peserta didik yang penyajian presentasinya paling baik, untuk memotivasi para peserta didik menjadi lebih baik dalam menyelesaikan tugas di pertemuan mendatang.

f. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

Pertemuan 5
Materi: Teknologi Tidak Ramah Lingkungan

a. Guru dapat memulai pembelajaran materi ini dengan mengingatkan kembali jenis-jenis sumber daya alam yang dapat diperbarui (seperti sinar matahari, angin, aliran air, panas bumi, dan kayu) dan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (seperti minyak bumi dan batu bara). Selanjutnya, guru dapat menceritakan sejarah revolusi industri di Eropa, penggunaan kayu yang terlalu besar sehingga merusak lingkungan. Lalu, guru menjelaskan pula sejarah penemuan minyak bumi dan mesin mobil dengan bahan bakar minyak bumi.

b. Peserta didik mempelajari jenis-jenis sumber minyak bumi yaitu *light crude oil* dan *heavy crude oil,* teknologi pengolahannya yaitu kilang minyak, serta dampak lingkungan yang disebabkan dari penambangan dan pemakaian minyak tersebut. Peserta didik dibimbing untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Diskusikan" secara berkelompok tentang pengolahan minyak bumi.

c. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk mengerjakan fitur "Ayo, Kita Pikirkan" tentang proses pembentukan batu bara, penggunaan batu bara di beberapa negara, dan dampak pembakaran batu bara terhadap lingkungan. Pada akhir materi ini guru, dapat memberi pertanyaan-pertanyaan untuk dipikirkan oleh peserta didik, kemudian mendiskusikannya dengan teman sebangku.

d. Peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya dan peserta didik lainnya dapat bertanya atau menambahkan jawaban.

e. Guru memberi penguatan materi tentang pengolahan minyak bumi.

f. Setelah mempelajari semua pokok bahasan, peserta didik diarahkan untuk membaca "Ayo, Kita Renungkan".

g. Pada akhir kegiatan pembelajaran, peserta didik diingatkan untuk mempersiapkan diri menghadapi ulangan harian yang akan dilaksanakan pada pertemuan selanjutnya.

C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

1. Penilaian

Penilaian sikap untuk mengembangkan karakter dan penilaian keterampilan peserta didik dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilihat pada kisi-kisi pencapaian kompetensi.

2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

a. Kegiatan Peserta Didik

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui berbagai kegiatan yang telah dilakukan selama pembelajaran bab tentang teknologi ramah lingkungan dapat dilihat pada Tabel 10.3.

Tabel 10.3 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Kegiatan Peserta Didik pada Bab 10 Teknologi Ramah Lingkungan

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Proses, teknologi, dan permasalahan lingkungan		✓	✓	✓		✓
	Alat pemurnian air sederhana				✓		✓
Ayo, Kita Selesaikan	Perilaku hemat energi			✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Prinsip teknologi ramah lingkungan pada bus dan mobil surya		✓	✓	✓		
	Pemanfaatan energi matahari di Indonesia		✓	✓	✓		
	Pengolahan minyak bumi	✓					
Ayo, Kita Cari Tahu	Teknologi ramah lingkungan yang digunakan			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Pengolahan batu bara				✓		
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Potensi energi alternatif di lingkungan sekitar	✓	✓	✓	✓		

b. Uji Kompetensi

Kisi-kisi pencapaian kompetensi peserta didik melalui pengerjaan soal-soal pada uji kompetensi bab tentang teknologi ramah lingkungan dapat dilihat pada Tabel 10.4.

Tabel 10.4 Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi Melalui Pengerjaan Soal-soal pada Uji Kompetensi Bab 10 Teknologi Ramah Lingkungan

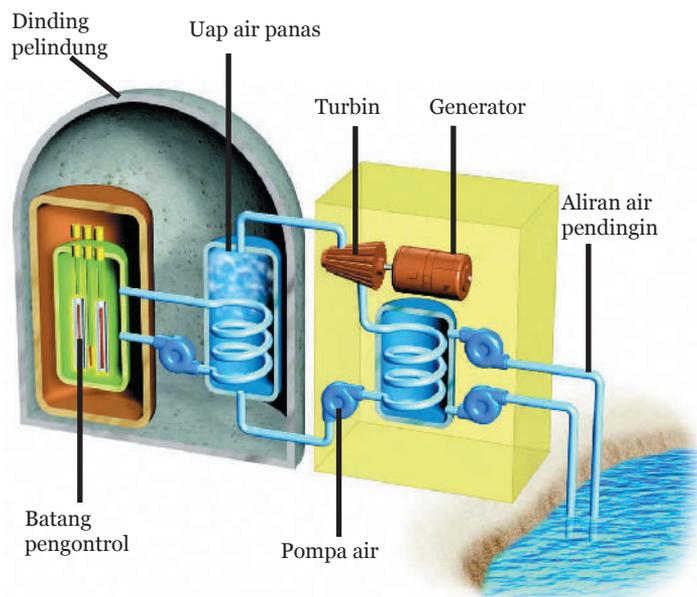
Indikator butir soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi macam sumber energi ramah lingkungan	A1					
Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan		A5				
Menjelaskan mekanisme kerja alat-alat yang menerapkan teknologi ramah lingkungan	A4	B4				
Menjelaskan mekanisme pengolahan dan perolehan minyak bumi		A2				
Mengidentifikasi bentuk aplikasi teknologi ramah lingkungan pada beberapa bidang	A9, A7	A6		A10		
Memprediksi kerusakan yang timbul di lingkungan atau dampak penerapan teknologi tidak ramah lingkungan				A3		
Menganalisis dampak positif penerapan teknologi ramah lingkungan		B1	A8			
Menentukan penerapan sumber energi yang tepat guna berdasarkan kondisi suatu daerah				B3	B5	
Merumuskan ide untuk menghemat penggunaan energi dalam kehidupan sehari-hari						B2

D. Materi Pengayaan

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Tenaga nuklir merupakan sumber energi yang baru dikenal beberapa tahun yang lalu dan merupakan salah satu sumber utama untuk menghasilkan

listrik. Pembangkit listrik tenaga nuklir merupakan sistem yang sangat kompleks dan membutuhkan biaya besar yang didesain untuk melakukan tugas sederhana, yaitu untuk memanaskan air dan menghasilkan uap panas yang akan memutar turbin dan menghasilkan listrik. Kompleks dan mahalnya teknologi ini dikarenakan penggunaan reaksi fisi (pemisahan) nuklir yang terkontrol untuk menghasilkan panas. Reaksi fisi terjadi di reaktor. Reaktor yang paling umum disebut *light-water reactor* (LWR) atau reaktor air ringan, menghasilkan 85% listrik dari nuklir di seluruh dunia.

Bahan bakar untuk reaktor terbuat dari unsur uranium (U) yang ditambang dari lapisan bumi. Setelah ditambang, uranium harus diperkaya untuk meningkatkan konsentrasi dari uranium-235 yang dapat melakukan fisi dari 1% menjadi 5%. Uranium yang sudah diperkaya, kemudian diproses menjadi bentukan-bentukan kecil senyawa uranium dioksida. Setiap butiran kecil dari uranium memiliki ukuran seperti penghapus pensil dan memiliki energi setara dengan sekira satu ton batu bara. Besarnya jumlah butiran ini dibungkus dalam pipa tertutup yang disebut *fuel rods* atau batang bahan bakar, yang selanjutnya dikelompokkan bersama dalam alat pemasang bahan bakar "*fuel assemblies*", untuk diletakkan dalam reaktor.

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gamba 10.1 Skema Teknologi pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Sumber: Miller & Spoolman, 2012

Gamba 10.2 Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Batang pengontrol ”*control rods*” dipindahkan masuk ke dalam inti reaktor untuk menyerap neutron, sehingga dapat meregulasi laju fusi tenaga yang dihasilkan. Suatu pendingin ”*coolant*”, biasanya merupakan air, mengalir melalui inti reaktor untuk memindahkan panas. Pendingin ini menjaga batang bahan bakar dan komponen reaktor lain meleleh dan melepaskan radioaktivitas yang banyak ke dalam lingkungan. Pada reaktor yang modern, terdapat pendingin darurat sebagai cadangan untuk mencegah lelehnya komponen-komponen reaktor. Suatu *containment shell* atau dinding inti reaktor sangatlah tebal yang diperkuat dengan lapisan baja. Dinding ini didesain untuk menjaga material radioaktif agar tidak terlepas ke lingkungan. Dinding ini juga menjaga inti reaktor dari ancaman dari luar seperti tornado atau kecelakaan pesawat terbang.

Meskipun potensi PLTN untuk menghasilkan listrik sangat besar, tetapi di sisi lain banyak bahaya dari dikembangkannya PLTN, terutama apabila mengalami kebocoran. Jika terjadi kebocoran pada reaktor nuklir, akan dihasilkan radiasi yang dapat mencemari lingkungan dan menyebabkan berbagai penyakit, seperti kanker dan cacat lainnya.

E. Interaksi dengan Orang Tua

Sesuai dengan materi yang ada di Buku Siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi antara peserta didik dengan orang tua, yaitu meminta bantuan kepada orang tua untuk mengantarkan ke kawasan industri, apabila kawasan industri terletak cukup jauh dari rumah.

F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Pilihan Ganda

1. C
2. C
3. C
4. D
5. D
6. D
7. A
8. B
9. C
10. B

2. Uraian

1. Biopori dapat menjaga keseimbangan lingkungan, mencegah banjir pada musim hujan, menjaga ketersediaan air pada musim kemarau, membantu pencegahan penyebaran penyakit yang disebabkan oleh adanya genangan air, seperti demam berdarah, malaria, dan kaki gajah serta membantu menjaga kesuburan dan kelestarian organisme tanah.
2. Mematikan lampu bila tidak digunakan, tidak menggunakan kendaraan bermotor bila tidak diperlukan (lebih baik jalan kaki, menggunakan transportasi umum dan mengurangi penggunaan mobil pribadi dan mematikan tv bila tidak ditonton.
3. Lebih baik dikembangkan teknologi pengubahan energi angin atau air, karena teknologi ini lebih ramah lingkungan. Selain itu, cadangan minyak bumi akan semakin habis sehingga pada tahun-tahun mendatang kita harus mengembangkan teknologi energi alternatif.
4. Teknik pemurnian air secara sederhana dapat menggunakan saringan yang berlapis-lapis yang terbuat dari beberapa bahan seperti pasir, kerikil, batu, arang, sabut kelapa, dan dapat juga ditambah dengan kapas atau kain katun. Air kotor dapat dituangkan ke dalam tabung melalui bagian atas, kemudian akan mengalir pada bagian bawah sehingga diperoleh air yang sudah bersih.

5. Potensi energi alternatif yang dapat diterapkan di Indonesia di antaranya adalah dengan memanfaatkan energi matahari, energi listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga air, dan pembangkit listrik tenaga nuklir.

G. Tugas Proyek

Kegiatan proyek dilakukan pada akhir bab, setelah peserta didik memahami konsep teknologi ramah lingkungan dan konsep sumber energi alternatif. Peserta didik melakukan kegiatan pengamatan di lingkungan sekitar tempat tinggal peserta didik untuk menemukan berbagai sumber energi alternatif. Guru melakukan pembimbingan untuk mengarahkan peserta didik dalam menemukan berbagai sumber energi alternatif dan menjelaskan berbagai kemanfaatannya.

Daftar Pustaka

Ausubel, D. 2000. *Meaningful Verbal Learning & Subsumpsion Theory: Theory of Learning in Educational Psychology*, (Online), (http://www.lifecicles-inc.com/Learningtheoryconstructivism.html), diakses 9 Agustus 2015.

Bybee, R.W. 2006. *Science and Technology Education for the Elementary Years: Framework for Curriculum and Instruction*. Washington, D.C.: The Nationan Center for Improving Instruction.

Budiningsih, C.A. 2005. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rhineka Cipta.

Cassalia, A. 2010. *Creative Problem Solving Embedded into Curriculum*. (Online), (http://www.nagc.org), diakses 21 Oktober 2012.

Cherry, K. 2011. *What is Problem Solving*. (Online)(http://www.psycholgy.about.com), diakses 9 Agustus 2015.

Dahar, R. W. dan Liliasari. 1986. *Buku Materi Pokok: Interaksi Belajar Mengajar*. Jakarta: Depdikbud.

Depdiknas. 2006. *Pembelajaran Aktif Kreatif dan Menyenangkan*. Jakarta: Depdiknas.

Fink, l.D. 1999. *Active Learning*. Oklahoma: The University of Oklahoma Instructional Development Program.

Fogarty, R. 1991. *The Mindfull School: How to Integrate the Curricula*. Palatine III, Skylight Publishing, Inc.

Harrison, C. and Harlen, W. 2006. *Children's self– and peer–assessment.' In: Harlen, W. (Ed) ASE Guide to Primary Science Education*. Hatfield: Association for Science Education.

Hwang, W. Y., Chen, N.S, Dung, J.J and Yang, Y.L. 2007. Multiple Representation Skills and Creativity Effect on Problem Solving Using a Multimedia Whiteboard System. *International Forum of Educational Technology and Society Journal*. ISSN 1435-4522

Joyce, W., and Weil, M. (with Calhoun, E). 2000. *Models of Teaching*. *Sixth Edition*. Boston: Allyn Bacon, A Pearson Education Company.

Kemendikbud. 2013. *Pergeseran Paradigma Belajar Abad 21*. Jakarta: Kemendikbud.

Lindsay, C. and Clarke, S. 2001. Enhancing Primary Science through Self– and Paired–Assessment. *Primary Science Review*. Vol. 68:15–18.

McGregor, D. 2007. *Developing Thinking Developing Learning*. Milton Keynes: Open University Press Mann.

McIntosh, R., Jarret, D. and Peixono, K. 2000. *Teaching Mathematical problem Solving: Implementing The Visions,* (Online), (http://www.nwrel.org.), diakses 9 Agustus 2015.

Nakin, J.B.N. 2003. *Creativity and Divergent Thinking in Education. Disertasi University of South Africa*, (Online), (http://www.etd.unisa.ac.za), diakses 15 Agustus 2015.

Nurhadi. 2004. *Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya dalam KBK*. Malang: Universitas Negeri Malang.

Poedjiadi, A. 2005. *Pembelajaran Kontekstual*. Bandung: Rosdakarya.

Prince, M. 2004, Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. Vol. 93 (3):223-231.

Reif, F. 1995. Millikan Lecture 1994: Understanding and Teaching Important Scientific Thought Processes. *American Journal of Physics*. Vol.63: 17-32.

Santrock, J. W. 2005. *Educational Phsycology 5th ed*. New York: Mc Graw Hill.

Slavin, R. E. 1995. C*ooperative Learning Theory, Research, and Practice. 2nd Ed*. Boston: Allyn and Bacon.

Slavin, R. E. 2005. *Show Me the Evidence: Effective Programs for Elementary and Secondary Schools*. New York: Johns Hopkins University.

Sund, R. B. and Trowbridge, L. W. 1973. *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School, Second Edition. Columbus,* Ohio: A Bell & Howell Company.

Treffinger, D.J. and Isaksen, S.G. 2005. Creative Problem Solving: The History, Development, and Implications for Gifted Education and Talent Development. *Gifted Child Quarterly*. Vol. 49(4): 342-353.

Trianto. 2010. *Model-model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Prestasi Pustaka.

Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Sund, R. B. 1981. *Becoming a Secondary School Science Teacher, Third Edition*. Columbus, Ohio: A Bell & Howell Company.

Glosarium

A

Akomodasi Pemodifikasian skema-skema yang ada untuk menyesuaikannya dengan situasi-situasi baru

Aplikasi IPA Penerapan metode ilmiah dan produk IPA yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemecahan masalah-masalah yang dapat diidentifikasikan

Asimilasi Penginterpretasian pengalaman baru dalam hubungannya dengan skema-skema yang telah ada

B

Bahan ajar Seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dalam kegiatan pembelajaran

Belajar Membangun gagasan ilmiah melalui proses interaksi peserta didik dengan lingkungan, peristiwa, dan informasi dari sekitarnya

Belajar kelompok Sekelompok peserta didik diberi tugas pengayaan untuk dikerjakan bersama pada dan/atau di luar jam pelajaran.

Belajar mandiri Peserta didik diberi tugas pengayaan untuk dikerjakan sendiri/individual.

Berpikir kreatif Proses divergen yang dimulai dari satu hal atau pertanyaan, kemudian diperluas menjadi beberapa tujuan sehingga menghasilkan banyak kemungkinan baru

Berpikir kritis Proses konvergen untuk mengambil beberapa ide yang berbeda kemudian merumuskannya dalam satu tujuan atau hasil

C

Creative Problem Solving (CPS) Model pembelajaran yang menunjukkan cara untuk menemukan solusi dan merepresentasikan suatu masalah secara kreatif

D

***Data collection* (pengumpulan data)** Tahapan guru memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis

***Data processing* (pengolahan data)** Kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan

Discovery learning Model pembelajaran berbasis inkuiri dan menggunakan teori belajar konstruktivistik dimana peserta didik membangun pengetahuan dari pengetahuan awalnya dan melalui pengalaman aktif. Pada pembelajaran *discovery learning* peserta didik dihadapkan pada permasalahan, selanjutnya peserta didik menggunakan pengetahuan dan pengalaman yang sudah diketahui sebelumnya untuk menemukan fakta dan pengetahuan baru

F

Fakta Data yang menunjukkan fenomena yang sesungguhnya, pernyataan-pernyataan tentang benda-benda yang benar-benar ada, atau peristiwa-peristiwa yang benar-benar terjadi dan sudah dikonfirmasi secara objektif

Fase atensi Fase memberikan perhatian pada suatu pemodelan yang diberikan. Fase retensi adalah fase pengkodean karakteristik yang ditunjukkan pada saat pemodelan dan menyimpan kode-kode tersebut dalam memori jangka panjang

Fase motivasi Fase peserta didik untuk meniru, karena dengan meniru yang dilakukan model terjadi penguatan pada peserta didik

Fase reproduksi Fase pemberian kesempatan pada peserta didik untuk melihat komponen-komponen urutan perilaku yang telah dikuasainya

G

***Generalization* (menarik kesimpulan)** Proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama

Group Investigation (GI) Pembelajaran kooperatif yang menempatkan peserta didik ke dalam kelompok-kelompok secara heterogen untuk melakukan investigasi terhadap suatu topik. Peserta didik dilibatkan sejak perencanaan, baik dalam menentukan topik maupun cara untuk mempelajarinya melalui investigasi

H

Hasil Penilaian Harian (HPH) Nilai rata-rata yang diperoleh dari hasil penilaian harian melalui tes tertulis dan/atau penugasan untuk setiap KD

Hasil Penilaian Tengah Semester (HPTS) Nilai yang diperoleh dari penilaian tengah semester yang terdiri atas beberapa kompetensi dasar

Hasil Penilaian Akhir Semester (HPAS) Nilai yang diperoleh dari penilaian akhir semester yang mencakup semua kompetensi dasar dalam satu semester

Hasil Penilaian Akhir (HPA) Hasil pengolahan dari HPH, HPTS, HPAS dengan memperhitungkan bobot masing-masing yang ditetapkan oleh sekolah

I

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) Cabang pengetahuan yang dibangun berdasarkan pengamatan dan klasifikasi data, dan biasanya disusun dan diverifikasi dalam hukum-hukum yang bersifat kuantitatif, yang melibatkan aplikasi penalaran matematis dan analisis data terhadap gejala-gejala alam

Ilmu Pengetahuan Alam sebagai Produk Kumpulan pengetahuan yang terdiri dari fakta, konsep, dan prinsip

Ilmu Pengetahuan Alam sebagai Proses Prosedur pemecahan masalah dengan menggunakan metode ilmiah

Indikator Pencapaian Kompetensi Ukuran, karakteristik, atau ciri-ciri yang menunjukkan ketercapaian suatu kompetensi dasar tertentu dan menjadi acuan dalam penilaian

K

Komponen pengetahuan Pengalaman yang diperoleh peserta didik melalui dan dari pengalaman baik langsung maupun tidak langsung.

Konsep Hubungan antara fakta-fakta

Konstruktivisme Filsafat pendidikan yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun sendiri oleh peserta didik secara aktif melalui perkembangan proses mentalnya

M

Metode ilmiah Suatu prosedur yang digunakan untuk menemukan konsep ilmu pengetahuan dengan tahapan berikut: menemukan masalah, merumuskan hipotesis, merancang penyelidikan, melaksanakan penyelidikan, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan, dan mengomunikasikan hasil penyelidikan

Model *connected* atau keterhubungan Model yang menyajikan hubungan yang eksplisit di dalam suatu mata pelajaran. Materi dibelajarkan dengan mengaitkan satu pokok bahasan ke pokok bahasan yang lain, menghubungkan satu konsep ke konsep yang lain, mengaitkan satu keterampilan dengan keterampilan yang lain dalam suatu bidang studi (inter bidang studi)

Model *fragmented* Model kurikulum yang memisahkan materi ke dalam disiplin ilmu yang berbeda yang dikemas dalam mata pelajaran. Sebagai contohnya, mata pelajaran matematika, IPA, dan ilmu sosial. Model *fragmented* ditandai oleh ciri pemaduan yang hanya terbatas pada satu mata pelajaran saja

Model *immersed* Model yang memfasilitasi peserta didik mengintegrasikan berbagai topik dengan cara melihat semua pelajaran melalui perspektif satu bidang kajian yang diminati.

Model integrasi Model yang menggunakan pendekatan antarmata pelajaran dan antarbidang studi. Model ini dilakukan dengan cara menggabungkan bidang studi dengan menetapkan prioritas dari kurikulum serta menemukan keterampilan, konsep dan sikap yang saling tumpang tindih dalam beberapa mata pelajaran atau bidang studi

Model jaring laba-laba (*webbed model*) Pembelajaran terpadu yang menggunakan pendekatan tematik. Pendekatan ini pengembangannya dimulai dengan menentukan tema tertentu.

Model *nested* Model yang memadukan kurikulum di dalam satu disiplin ilmu secara khusus meletakkan fokus pemaduan pada sejumlah keterampilan belajar yang ingin dilatihkan. Model *nested* atau bersarang adalah pemaduan yang digunakan oleh guru untuk mencapai beberapa kompetensi atau keterampilan yaitu keterampilan berpikir, keterampilan sosial, dan keterampilan isi pengetahuan

Model *networked* Model pemaduan bahan ajar yang mengandaikan kemungkinan perubahan konsepsi, bentuk pemecahan masalah, dan tuntutan bentuk keterampilan baru setelah peserta didik melaksanakan studi lapangan dalam situasi, kondisi, dan konteks yang berbeda-beda

Model *sequenced* Model pemaduan topik-topik antar mata pelajaran yang berbeda secara paralel. Pada model ini, topik-topik diurutkan dan persamaan-persamaan yang ada dalam mata pelajaran yang dipadukan, selanjutnya diajarkan secara bersamaan

Model *shared* Bentuk pemaduan materi pembelajaran akibat adanya "*overlapping*" atau tumpang tindih konsep atau ide pada dua mata pelajaran atau lebih yang berbeda. Butir-butir pembelajaran tentang atom dalam kimia misalnya, dapat bertumpang tindih dengan butir pembelajaran dalam model atom dalam fisika dan sebagainya

Model *threaded* Model pemaduan bentuk keterampilan, misalnya, melakukan prediksi dan estimasi dalam matematika, ramalan terhadap kejadian-kejadian, antisipasi terhadap cerita dalam novel, dan sebagainya. Bentuk *threaded* ini berfokus pada apa yang disebut *meta-curriculum*

P

PAIKEM Akronim dari pembelajaran aktif, inovatif, kreatif, dan menyenangkan

Pembelajaran remedial Pemberian bantuan bagi peserta didik yang mengalami kesulitan atau kelambatan belajar. Pembelajaran remedial adalah tindakan perbaikan pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai kompetensi minimalnya dalam satu kompetensi dasar tertentu.

Pembelajaran aktif Metode pembelajaran yang mendorong peserta didik dalam proses belajar. Pembelajaran aktif mengarahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar bermakna dan berpikir tentang aktivitas yang dilakukannya. Pembelajaran aktif memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berperan lebih aktif dalam proses pembelajaran dengan menyediakan lingkungan belajar yang membuat peserta didik tidak tertekan dan senang melaksanakan kegiatan belajar

Pembelajaran Berbasis aktivitas Pembelajaran yang mengajak guru dan peserta didik aktif melakukan kegiatan. Peserta didik terlibat dalam berbagai kegiatan belajar yang menekankan pada belajar melalui berbuat. Peserta didik menemukan masalah dan mencari alternatif penyelesaian masalah, mengungkap gagasan secara lisan dan tertulis, dan menciptakan lingkungan belajar yang sesuai dengan kebutuhannya

Pembelajaran Berbasis pendekatan ilmiah Pembelajaran yang terdiri atas lima pengalaman belajar pokok yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, mengomunikasikan

Pembelajaran Berbasis tema Pembelajaran dengan memadukan beberapa materi pada tema tertentu sehingga peserta didik dapat mempelajari hubungan antara berbagai disiplin ilmu.

Pembelajaran berpusat pada guru (*teacher centered learning*) Pembelajaran dengan karakteristik: pengetahuan ditransfer dari guru ke peserta didik, peserta didik menerima pengetahuan secara pasif, lebih menekankan pada penguasaan materi, biasanya memanfaatkan media tunggal, dan guru atau pengajar berfungsi sebagai pemberi informasi utama dan evaluator

Pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) Pembelajaran dengan karakteristik: peserta didik secara aktif mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang dipelajarinya, secara aktif terlibat di dalam mengelola pengetahuan, tidak hanya menekankan pada penguasaan materi tetapi juga dalam mengembangkan karakter peserta didik, memanfaatkan banyak media (multimedia), guru berfungsi sebagai fasilitator, dan evaluasi dilakukan bersama dengan peserta didik

Pembelajaran langsung Proses pendidikan di mana peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran

Pembelajaran terpadu Pemaduan bidang studi IPA dengan bidang studi lainnya ataupun inter bidang studi

Pembelajaran tidak langsung Proses pendidikan yang terjadi selama proses pembelajaran langsung tetapi tidak dirancang dalam kegiatan khusus.

Pembelajaran tuntas Pola pembelajaran yang menggunakan prinsip ketuntasan secara individual

Pemecahan masalah Proses yang melibatkan penggunaan langkah-langkah tertentu (heuristik), yang sering disebut sebagai model atau langkah-langkah pemecahan masalah, untuk menemukan solusi suatu masalah

Pengayaan Pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya

Penilaian Merupakan serangkaian kegiatan untuk memperoleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan

Penilaian hasil belajar Proses pengumpulan informasi/data tentang capaian pembelajaran peserta didik dalam aspek sikap, aspek pengetahuan, dan aspek keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis yang dilakukan untuk memantau proses, kemajuan belajar, dan perbaikan hasil belajar melalui penugasan dan evaluasi hasil belajar

Penilaian pengetahuan Penilaian yang dilakukan untuk mengetahui penguasaan peserta didik yang meliputi pengetahuan faktual, konseptual, maupun prosedural serta kecakapan berpikir tingkat rendah hingga tinggi

Penilaian sikap Kegiatan untuk mengetahui kecenderungan perilaku spiritual dan sosial peserta didik dalam kehidupan sehari-hari di dalam dan di luar kelas sebagai hasil pendidikan

Penilaian keterampilan Penilaian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan peserta didik dalam menerapkan pengetahuan untuk melakukan tugas tertentu di dalam berbagai macam konteks sesuai dengan indikator pencapaian kompetensi

Penilaian menggunakan acuan kriteria Penilaian yang dilakukan dengan membandingkan capaian peserta didik dengan kriteria kompetensi yang ditetapkan

Penilaian tengah semester (PTS) Kegiatan penilaian yang dilakukan untuk mengukur pencapaian kompetensi dasar mata pelajaran setelah kegiatan pembelajaran berlangsung 8-9 minggu

Penilaian akhir semester (PAS) Kegiatan penilaian yang dilakukan untuk mengukur pencapaian KD mata pelajaran di akhir semester

Perkembangan kognitif Suatu proses ketika peserta didik secara aktif membangun makna dan pemahamannya terhadap realita melalui pengalaman dan interaksinya. Peserta didik menemukan dan mentrasformasikan sendiri suatu informasi kompleks apabila peserta didik tersebut menginginkan informasi tersebut menjadi miliknya.

Peserta didik Subjek yang memiliki kemampuan untuk aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan

Prinsip Generalisasi tentang hubungan antara konsep-konsep. Contohnya, semua benda dipanaskan mengalami kenaikan suhu

***Problem statement* (identifikasi masalah)** Tahap ketika guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah)

S

Scaffolding Pemberian sejumlah bantuan atau bimbingan pada peserta didik secara bertahap sampai peserta didik tersebut dapat melaksanakan proses belajarnya secara mandiri

***Stimulation* (pemberian rangsangan)** Tahap ketika peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungan, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi jawaban agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri

T

Tahap menalar Tahap saat peserta didik mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk kegiatan membuat kategori, menghubungkan informasi yang berkaitan dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan berdasarkan data yang diperoleh dari kegiatan sebelumnya

Tahap menanya Tahap saat guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mengenai apa yang diperolehnya selama mengamati

Tahap mengamati Tahap saat guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, membaca, meraba, membau (mencium), merasakan dengan menggunakan panca indra.

Tahap mengomunikasikan hasil Tahap saat peserta didik menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola

Tahap mengumpulkan dan mengasosiasikan informasi Tahap saat peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen

Teori Belajar Penemuan Bruner Teori belajar penemuan (*discovery learning*) menekankan pentingnya pemahaman tentang struktur materi ilmu yang dipelajari, perlunya belajar aktif, dan berpikir secara induktif dalam belajar

Teori Belajar Sosial Bandura Teori belajar yang meletakkan *modelling* (pemodelan) menjadi konsep dasar dalam belajar. Belajar dilakukan dengan mengamati perilaku orang lain dan hasil pengamatan tersebut diperkuat dengan menghubungkan pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya atau mengulang kembali pengalaman sebelumnya

Teori Belajar Vygotsky Teori belajar yang menyatakan bahwa pembelajaran akan terjadi bilamana pengetahuan prasyarat yang dibutuhkan untuk memperoleh pengetahuan baru sudah dikuasai peserta didik. Vygotsky menekankan pengajaran dan interaksi sosial yang merupakan dasar dalam pengembangan pengetahuan peserta didik

Teori Perkembangan Piaget Teori perkembangan anak yang meliputi perkembangan kognitif sensorimotor, pra-operasional, operasional konkret, dan operasional formal.

***Verification* (pembuktian)** Tahap saat peserta didik melakukan penyelidikan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil *data processing*

Indeks

R

S

T

Profil Penulis

Penulis 1

Nama Lengkap : Prof. Dr. Siti Zubaidah, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341-588077
E-mail : siti.zubaidah.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5,Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015–sekarang: Koordinator Program Studi S2-S3 Pendidikan Biologi Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  2. 2012–2015: Kepala Pusat Penelitian dan Pengabdian Bidang Pendidikan (LP2M) Universitas Negeri Malang.
  3. 2004–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
  4. 1993–Sekarang: Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Hama dan Penyakit Tanaman-Universitas Brawijaya Malang (2001-2004).
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998).
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1987-1992).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  3. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-4) (2014).
  4. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-2) (2014).
  5. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-3) (2013).
  6. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan ke-1) (2013).
  7. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-2) (2012).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ke-1) (2011).
  9. Model-Model Pembelajaran Inovatif. (Pemberdayaan Berpikir Melalui Pertanyaan) (2007).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  Penelitian di Bidang Biologi:
  1. Uji Multilokasi Galur-galur Kedelai untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2015).
  2. Seleksi Galur-galur Kedelai Generasi F5 untuk Perakitan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2012).

3. Karakterisasi Morfologi, Anatomi, dan Agronomi Plasma Nutfah Kedelai untuk Pembentukan Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2011).
4. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun II) (2010).
5. Pembentukan Varietas Unggul Kedelai Tahan CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) Berdaya Hasil Tinggi (Tahun I) (2009).
6. Konfirmasi CVPD Berbasis PCR pada Tanaman Jeruk Bergejala Klorosis di Poncokusumo Jawa Timur (2009).
7. Uji Kemampuan Antibiotik Dalam Upaya Eliminasi Bakteri CVPD pada Mata Tunas untuk Bahan Bibit Jeruk (2008).
8. Perbaikan Genetik Varietas Unggul Kedelai Berdaya Hasil Tinggi untuk Ketahanan terhadap CPMMV (*Cowpea mild Mottle Virus*) (2007).
9. Identifikasi Penanda Molekuler RAPD untuk Ketahanan Genotipe Plasma Nutfah Kedelai Terhadap CPMMV (*Cowpea Mild Mottle Virus*) (2006).

Penelitian di Bidang Pendidikan:
1. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2015).
2. Pengembangan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Remap Coople* untuk Pemberdayaan Berpikir Siswa Indonesia Berkarakter Minat Baca Rendah (2014).
3. Model Pendidikan Karakter Bangsa Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2014).
4. Kajian *Grand Design* Pendidikan Menengah Kejuruan di Jawa Timur (2014).
5. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2014).
6. Pemetaan Kesiapan Implementasi Kurikulum 2013 Dalam Upaya Pengembangan Model Pemecahan Masalah Pembelajaran dan Penilaian sebagai Penguatan Pendidikan Karakter di SMP Jawa Timur (2013).
7. Pembelajaran yang Memberdayakan Keterampilan Metakognitif, Pemahaman Konsep, dan Retensi pada Pembelajaran Biologi SMA di Malang untuk Menolong Siswa Berkemampuan Akademik Rendah (2012).
8. Pemberdayaan *Blended Learning* pada Perkuliahan Genetika di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang (2011).
9. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Malang Raya (Kota Malang, Kabupaten Malang, Kota Batu) (2011).

Penulis 2

Nama Lengkap : Dr. Susriyati Mahanal, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341-512312
E-mail : mahanals@yahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5, Malang 65145
Bidang Keahlian : Biologi/Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1984–sekarang:Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2010–sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2009)
  2. S2: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1995-1998)
  3. S1: Pendidikan Biologi-IKIP Malang (1980-1981)
  4. Sarjana Muda: Pendidikan Ilmu Hayat (1975-1978)

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Pendidikan Lingkungan Hidup sebagai Matapelajaran Muatan Lokal untuk Sekolah Dasar Kelas 1-6 (2015).
  2. Pendidikan Lingkungan Hidup untuk SMA Kelas X, Jilid 1-3 (2014).
  3. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  4. Model dan Metode Pembelajaran SMP IPA (Kerja sama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2013).
  5. Ragam Model Pembelajaran IPA Sekolah Dasar (Kerja sama PT Pertamina Persero dengan Universitas Negeri Malang) (2010).
  6. Model-Model Pembelajaran Inovatif (Portofolio sebagai Assessment Otentik) (2007).
  7. Botani Tumbuhan Bertalus (2004).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan Buku Ajar Pendidikan Lingkungan Hidup (PLH) sebagai Mata Pelajaran Muatan Lokal pada Jenjang Pendidikan Sekolah Dasar (2013).
  2. Strategi Pengembangan Pendidikan Karakter (*Caharacter Building*) dalam Lembaga Sekolah di Provinsi Jawa Timur (2012).
  3. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Kediri, Kabupaten Kediri, dan Kabupaten Ngawi (2011).
  4. Pemetaan dan Pengembangan Mutu Pendidikan di Kota Madiun, Kabupaten Madiun, dan Kabupaten Magetan (2011).
  5. Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Gender terhadap Metakognisi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA di Malang (2010).
  6. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek pada Mata Pelajaran Biologi untuk Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis dan Sikap Terhadap Lingkungan Hidup Siswa SMA di Malang (2009).
  7. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Deteksi Kualitas Sungai dengan Indikator Biologi untuk Memberdayakan Sikap Siswa SMA di Malang (2007).
  8. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa MIJS Malang (2006).
  9. Penerapan Pembelajaran Berdasarkan Masalah dengan Kooperatif STAD pada Mata Pelajaran IPA Biologi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses dan Berpikir Siswa SMA SMP dengan Setting Wilayah Pertanian Malang (2006).

Penulis 3

Nama Lengkap` : Dr. Lia Yuliati, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0341 552125
E-mail : lia.yuliati.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang No 5, Malang 65145
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA/Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1990–1999: Dosen di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Fisika FPMIPA IKIP Medan.
  2. 1999–Sekarang: Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Pendidikan IPA-Universitas Pendidikan Indonesia (2002-2006).
  2. S2: Pendidikan IPA-IKIP Bandung (1992-1995).
  3. S1: Pendidikan Fisika-IKIP Bandung (1986-1990).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  2. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan keempat) (2014).
  3. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan kedua) (2014).
  4. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kelima) (2015).
  5. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII (2014).
  6. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan ketiga)(2013).
  7. Ragam Model Pembelajaran IPA SMP (cetakan pertama) (2013).
  8. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan kedua) (2012).
  9. Ragam Model dan Metode Pembelajaran IPA SD (cetakan pertama) (2011).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Kemampuan Merancang Pembelajaran Calon Guru Fisika Berdasarkan PCK dan Kerangka Kerja TPACK (2015).
  2. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-2) (2014).
  3. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (2013).
  4. Pengembangan Model Pembelajaran dengan Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Calon Guru Fisika UM (Tahun ke-1) (2012).
  5. Authentic Problem Based Learning (APBL) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X-8 SMA Negeri VII Malang (2012).

6. Peningkatan Kemampuan Pedagogik Calon Guru Fisika dengan Problem Based-Active Learning pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika (2011).
7. Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa SMP/MTS (2010).
8. Pengembangan Paket Bahan Ajar Mata Kuliah Pengembangan Pembelajaran IPA SD pada Program PJJ-PGSD (2009).
9. Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Mengajar Calon Guru Fisik (2008).

Penulis 4

Nama Lengkap : Drs. I Wayan Dasna, M.Si., M.Ed., Ph.D.
Telp Kantor/HP : 0341 587582
E-mail : idasna@um.ac.id
Akun Facebook : wdasna@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Semarang 5 Malang-Jawa Timur
Bidang Keahlian : Kimia dan Pembelajaran Sains

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 1988–Sekarang: Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
  2. 2008–2012: Kepala Pusat Pengembangan Kurikulum, Pembelajaran dan Evaluasi, LP3, Universitas Negeri Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Chimie Inorganique–Universite de Rennes 1–Rennes France (1998 - 2001).
  2. S2: Science Education–University of Houston – Texas USA (1995 – 1996).
  3. S2: Kimia-–ITB Bandung (1990 – 1993).
  4. S1: Pendidikan Kimia–IKIP MALANG (1983 -1988).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Inovasi Pembelajaran (2015).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kelas IX (2014).
  3. Penelitian Tindakan Kelas (2012).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Peningkatan Kualitas Hasil dan Proses Belajar Matakuliah Kimia Anorganik I dengan Model Pembelajaran *Jigsaw* Termodifikasi (2011).
  2. Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP (2010).
  3. Penggunaan Model Siklus Belajar-*Group Investigation* untuk Meningkatkan Kompetesi Siswa dalam Mempelajari Kimia di SMA Laboratorium Malang (2008).
  4. Penggunaan Model Pembelajaran *Learning Cycle*-Peta Konsep untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2007).

5. Dampak Instruksional Penggunaan Model Siklus Belajar Tipe Hipotetikal-Abduktif terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kimia Siswa SMA(2007).
6. Penggunaan Model Pembelajaran *Learning Cycle-Cooperatif Learning* untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Kimia Siswa SMAN 1 Tumpang (2006).

Penulis 5

Nama Lengkap	: Ardian Anjar Pangestuti, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP	: -
E-mail	: ardianpangestuti@gmail.com
Akun Facebook	: Ardian Anjar Pangestuti
Alamat Kantor	: Jl. Citandui No. 46, Malang
Bidang Keahlian	: Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015- sekarang: Dosen IKIP Budi Utomo Malang.
  2. 2012-2014: Guru SMP Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading-Concept Map-Teams Games Tournaments* untuk Meningkatkan Minat Baca, Kemampuan Berpikir Kritis, Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X IPA 4 SMA Laboratorium UM (2014).
  2. Pengaruh Ukuran Butir terhadap Sifat Dielektrik Pasir Gali dari Srono Kabupaten Banyuwangi (2011).
  3. Penerapan Paduan Metode *Numbered Heads Together* dan *Student Teams Achievement Divisions* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas VIII A SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 6

Nama Lengkap : Dyne Rizki Puspitasari, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : dyne_pasundan@yahoo.com
Akun Facebook : -
Alamat Kantor : Jl. Simpang Bogor T7, Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2011-sekarang Guru IPA di SMP Laboratorium UM.
  2. 2011-2012: Guru Fisika di SMAN 1 Malang.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2012–2014).
  2. S1: Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang (2007–2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Penerapan *Authentic Assessment* dengan *Feedback* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Pada Pembelajaran IPA Kelas 8 di SMP Lab UM (2015)
  2. Pola Keterampilan Berpikir dan Penguasaan Konsep Siswa pada Strategi Pembelajaran Metakognisi Berbantuan *Thinking Map* (2014)
  3. Peningkatan Kemampuan Berpikir Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Inkuiri dengan Model Pencapaian Konsep di Kelas VIIa SMP Negeri 4 Malang (2011)

Penulis 7

Nama Lengkap : Hamim Thohari Mahfudhillah , S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : hamimtm@gmail.com
Akun Facebook : www.facebook.com/hamim.vls
Alamat Kantor : Jl. Raya Ketawang 02, Kab. Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2017-sekarang: Guru Biologi di SMK dan SMA Modern Al-Rifa'ie
  2. 2017-sekarang: Guru IPA di SMP Modern Al-Rifa'ie
  3. 2013-2015: Tentor Biologi di BMB Air-Langga

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014–2017).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010–2014).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  1. Pedoman Pengembangan Model Kampung Organik (2016).
  2. Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014).
  3. Pengelolaan Sampah Berbasis 6M Modul Pendukung untuk Sekolah Adiwiyata (2013).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengembangan Modul Program Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) Berbasis Projek dan Pengaruhnya Terhadap Sikap Peduli Lingkungan, Keterampilan Memecahkan Masalah, dan Keterampilan Berkolaborasi Siswa SMAN 1 Kepanjen (2016).
  2. Pengembangan Modul sebagai Solusi Mengoptimalkan Program Kawasan Rumah Pangan Lestari, Meningkatkan Sikap Peduli Lingkungan, dan Keterampilan Memecahkan Masalah Siswa (2016).
  3. Implementasi Model Pembelajaran *Remap Coople Teams Games Tournament* pada Matakuliah Pengantar Pendidikan untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif, Motivasi, dan Keterampilan Komunikasi Mahasiswa S1 Pendidikan Biologi (2015).
  4. Pengembangan Media *Genetic Box* pada Materi Genetika Kelas XII (2014).

Penulis 8

Nama Lengkap : Alifa Robitah, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : alifarobitah@gmail.com
Akun Facebook : Alifa Robitah
Alamat Kantor : Jl. Argopuro Gg.VII, Situbondo
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2015-sekarang: Dosen STKIP PGRI Situbondo (2015-sekarang).
  2. 2011-2014: Guru SMA Ar-Rahmah "*Boarding School*" Dau, Malang

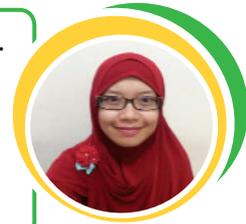
- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2012-2014).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2007-2011).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**

  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014)

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi Berbasis Inkuiri dan *Creative Problem Solving* (CPS) terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif, Keterampilan Proses Ilmiah dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X (2014).
  2. Pengembangan Perangkat Penilaian Kinerja Laboratorium (*Laboratory Performance Assesment*) Matapelajaran Biologi Kelas VIII SMP Negeri 13 Malang (2011).

Penulis 9

Nama Lengkap : Zenia Lutfi Kurniawati, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : zeniakurniawati2211@gmail.com
Akun Facebook : Jeje Zenia
Alamat Kantor : Jl. Kuaro, Samarinda, Kaltim
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  2017-sekarang: Dosen di Universitas Mulawarman.

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
  2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2009-2013).

- **Judul Buku dan Tahun Terbit:**
  Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas IX (2014).

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  Pengembangan Media "Nefron" pada Materi Sistem Ekskresi sebagai Media Pembelajaran Kelas XI SMA (2013).

Penulis 10

Nama Lengkap :Fatia Rosyida, S.Pd., M.Pd.
Telp Kantor/HP : -
E-mail : fatiarosyida9392@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Mondokan No 1, Tuban
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  Guru di SMAN 4 Tuban (2017-sekarang)

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

1. Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map-Timed Pair Share* dan Kemampuan Akademik Berbeda terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X MIA SMA Negeri Batu (2016).
2. Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
3. Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map-Timed Pair Share* (Remap-TmPS) (2016).
4. Kemampuan Bertanya dan Berpendapat Siswa SMA Negeri Batu pada Mata Pelajaran Biologi (2015).
1. Pengaruh Pembelajaran *Search Solve Create and Share* (SSCS) terhadap Motivasi, Hasil Belajar, dan Retensi Siswa Kelas X SMA (2014).

Penulis 11

Nama Lengkap : Mar'atus Sholihah, S.Pd, M.Pd.
Telp Kantor/HP : 0342-441597
E-mail : maratussholihah11292@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Majapahit 2-4, Blitar
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi

■ **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**

2017-sekarang: Dosen di Universitas Islam Blitar.

■ **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S2: Pendidikan Bologi-Universitas Negeri Malang (2014-2016).
2. S1: Pendidikan Biologi-Universitas Negeri Malang (2010-2014).

■ **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

1. Pengaruh Model Pembelajaran Biologi Berbasis *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* terhadap Keterampilan Metakognitif, Keterampilan Berpikir Kritis, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas X di SMA Negeri Kota Batu (2016).
2. Memberdayakan Keterampilan Metakognitif dan Hasil Belajar Kognitif Siswa dengan Model Pembelajaran *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) (2016).
3. *Reading Concept Map Reciprocal Teaching* (Remap RT) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa (2016).
4. Keterampilan Metakognitif Siswa SMA Negeri Batu pada Mata Pelajaran Biologi (2015).

5. Penerapan Model Pembelajaran *Quantum Teaching* dipadu dengan *Mind Mapping* untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA di SMAN 8 Malang (2014).

Profil Penelaah

Penelaah 1

Nama Lengkap : Dr. Ana Ratna Wulan, S.Pd., M.Pd.
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP : 022-2001937
E-mail : ana_ratna_upi@yahoo.com
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Pendidikan Indonesia Dr. 2007
2. S2: Universitas Pendidikan Indonesia M.Pd. 2003
3. S1: Universitas Pendidikan Indonesia S.Pd. 1998

Penelaah 2

Nama Lengkap : Prof. Dra. Herawati Susilo, M.Sc., Ph.D.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Malang
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi
Telp Kantor/HP : 0341-562180/ 08123271741
E-mail : herawati.susilo.fmipa@um.ac.id
Alamat Kantor : Jl. Semarang No. 5, Kota Malang

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: University of Iowa USA Ph.D. 1987
2. S2: University of Iowa USA M.Sc. 1984
3. S1: IKIP Malang Dra. 1978

Penelaah 3

Nama Lengkap	: Drs. I Made Padri, S.Pd., M.Pd.
Perguruan Tinggi	: Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian	: Pendidikan Fisika
Telp Kantor/HP	: (022)-2004548
E-mail	: fisika@upi.edu
Alamat Kantor	: Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Pendidikan Indonesia Dr. 2007
2. S2: Universitas Pendidikan Indonesia M.Pd. 2003
3. S1: Universitas Pendidikan Indonesia S.Pd. 1998

Penelaah 4

Nama Lengkap	: Dr. Dadan Rosana, S.Pd., M.Si.
Perguruan Tinggi	: Universitas Negeri Yogyakarta
Bidang Keahlian	: Pendidikan IPA
Telp Kantor/HP	: 081392859303
E-mail	: danrosana@uny.ac.id
Alamat Kantor	: Jl Colombo No. 1, Kec. Depok, Kota Yogyakarta

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. S3: Universitas Negeri Yogyakarta Dr. 2008
2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1997
3. S1: IKIP Bandung S.Pd. 1992

Penelaah 5

Nama Lengkap	: Dr. Enny Ratnaningsih, S.Si., M.Si.
Perguruan Tinggi	: Institut Teknologi Bandung
Bidang Keahlian	: Kimia
Telp Kantor/HP	: (+62) 22[2502103] ext: 2205
E-mail	: enny@chem.itb.ac.id
Alamat Kantor	: Jl. Ganesha No. 10 Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Monash University Dr. 1991
  2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 1987
  3. S1: Institut Teknologi Bandung S.Si. 1983

Penelaah 6

Nama Lengkap : Dr. Maria Paristiowati, S.Si., M.Si.
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Jakarta
Bidang Keahlian : Pendidikan Kimia
Telp Kantor/HP : 021-4896669
E-mail : maria.paristiowati@unj.ac.id
maria.Paristiowati@gmail.com
Alamat Kantor : Jl. Pemuda No. 10, Rawamangun, Jakarta Timur

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Universitas Negeri Jakarta Dr. 2015
  2. S2: Institut Teknologi Bandung M.Si. 2001
  3. S1: Institut Teknologi Bandung S.Si. 1996

Penelaah 7

Nama Lengkap : Dr. Ahmad Mudzakir, S.Pd., M.Si.
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Indonesia
Bidang Keahlian : Kimia
Telp Kantor/HP : 022-2000579/ 085221068479
E-mail : zakir66@upi.edu
Alamat Kantor : Jl. Setiabudhi No. 229, Kec. Sukasari, Kota Bandung

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S3: Otto-von-Guericke Universität Magdeburg Germany Dr. 2004
  2. S2: Universitas Gadjah Mada Jogyakarta M.Si. 1997
  3. S1: IKIP Bandung S.Pd. 1990

Profil Editor

Editor

Nama Lengkap : Basuki Hidayat, S.T.P., M.Si.
Perguruan Tinggi : (0272) 322441/081578711787
Bidang Keahlian : Editing buku-buku sains; Penerbitan buku
Telp Kantor/HP : -
E-mail : bustra2015@gmail.com

Alamat Kantor : Jalan Ki Hajar Dewantoro, Klaten

- **Riwayat Pekerjaan/Profesi:**
  1. 2007-2015: GM Product Planning and Controlling PT Intan Pariwara
  2. 2015- sekarang: GM Business Strategic PT Intan Pariwara

- **Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**
  1. S2: Program Studi Bioteknologi, Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2001-2004)
  2. S1: Jurusan Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (1988-1995)

- **Judul Buku yang pernah diedit:**
  1. Buku Siswa Tematik Terpadu Kurikulum 2013 Kelas IV SD/MI, Tema 5: Pahlawanku, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
  2. Buku Guru Tematik Terpadu Kurikulum 2013 Kelas IV SD/MI, Tema 5: Pahlawanku, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
  3. Buku Siswa Ilmu Pengetahuan Alam Kurikulum 2013 Kelas IX SMP/MTs, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
  4. Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam Kurikulum 2013 Kelas IX SMP/MTs, terbitan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- **Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**
  Tidak ada